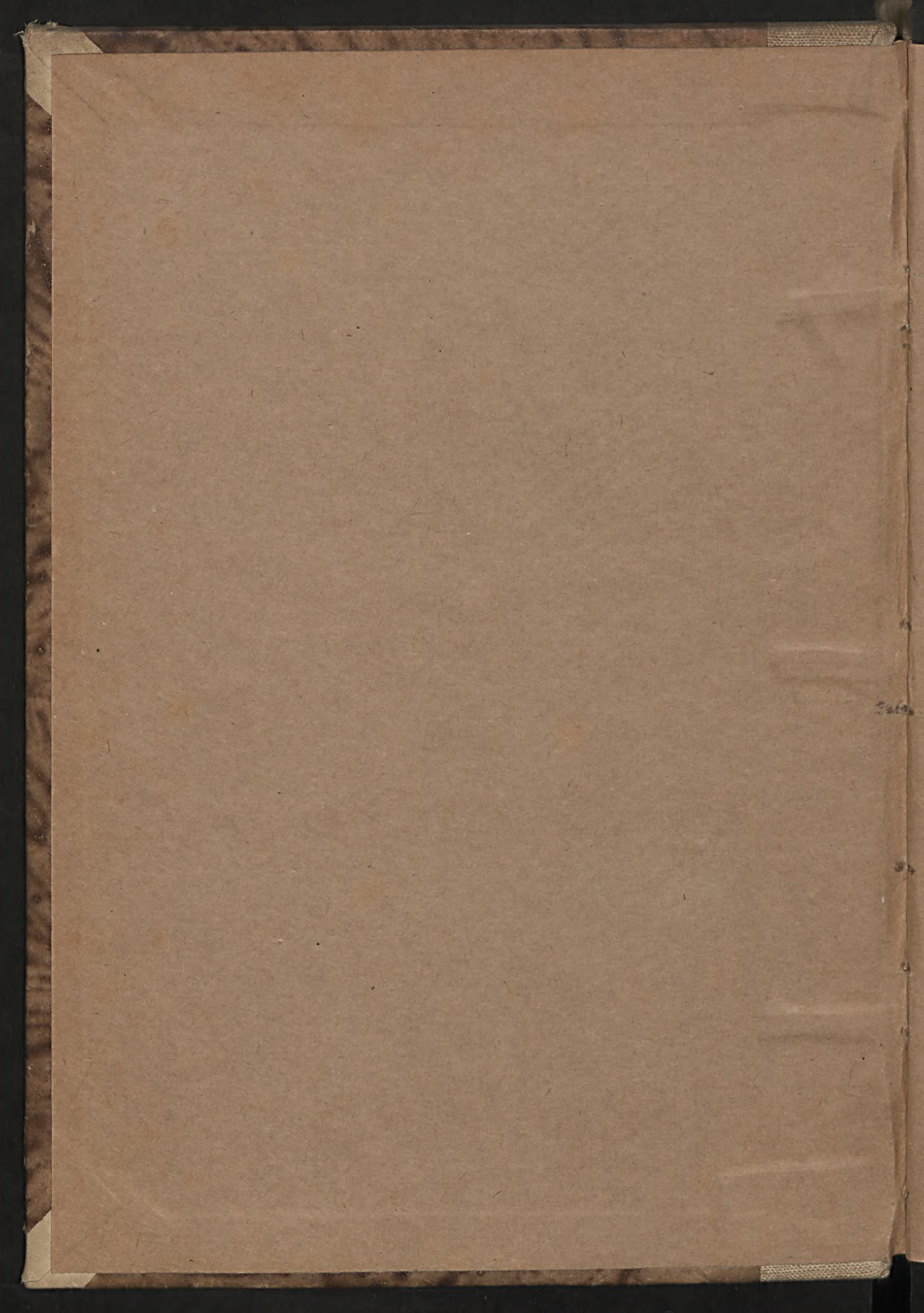
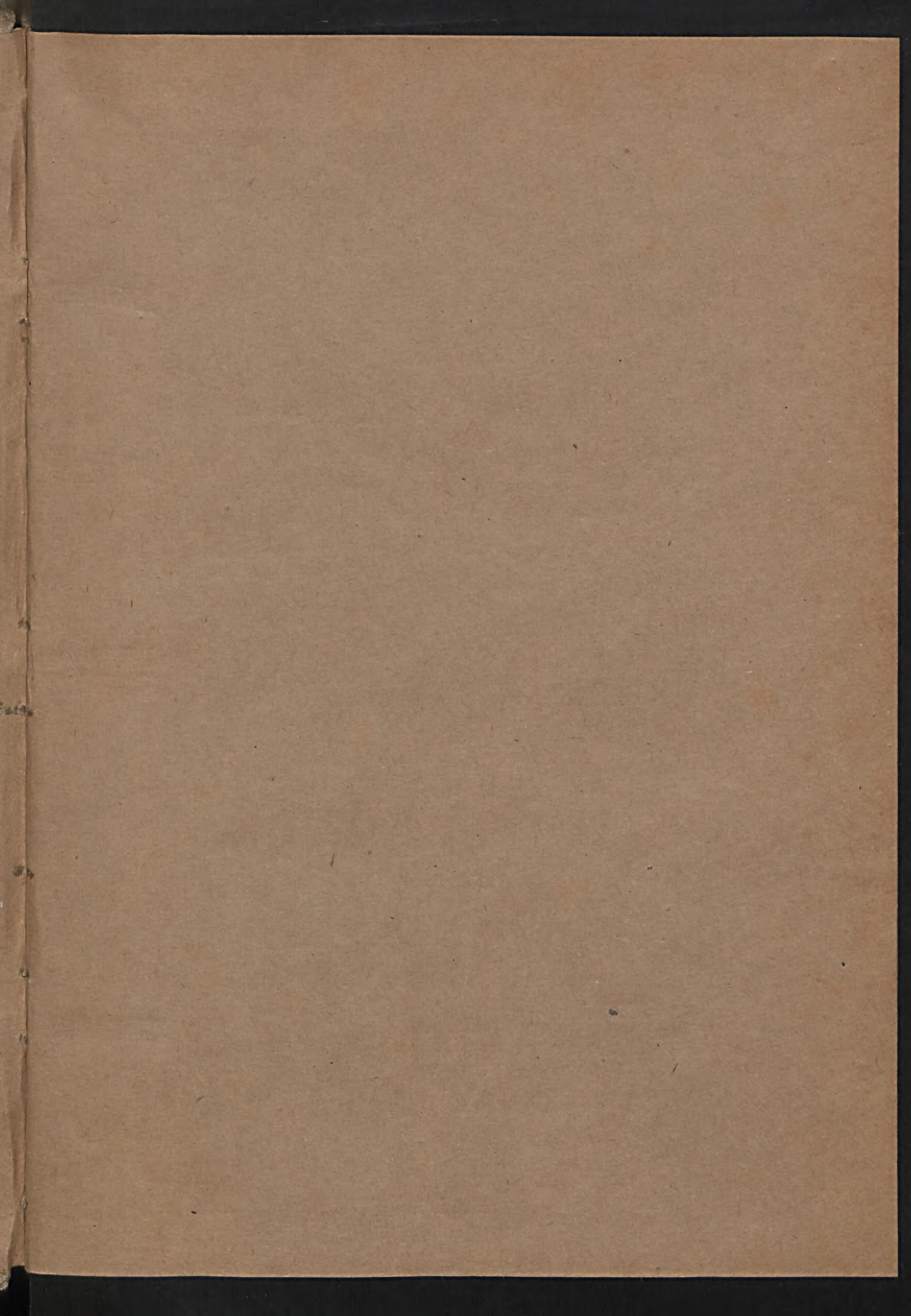
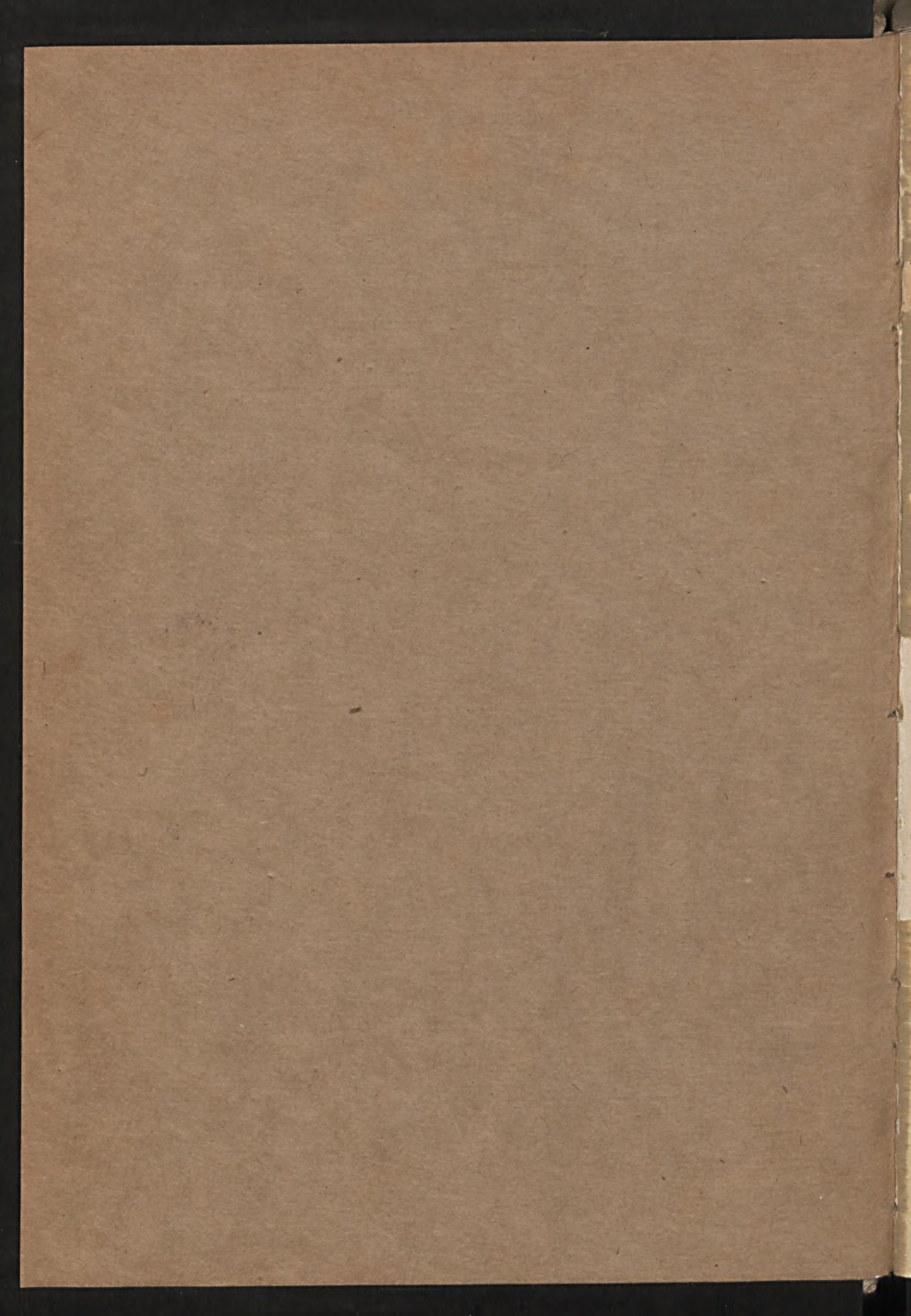

Abhandl.
P. G. L.
55
III







Abhandlungen

der

Königlich Preufsischen Geologischen Landesanstalt.



Neue Folge.

Heft 55, III.

BERLIN.

Im Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt

Berlin N. 4, Invalidenstr. 44.

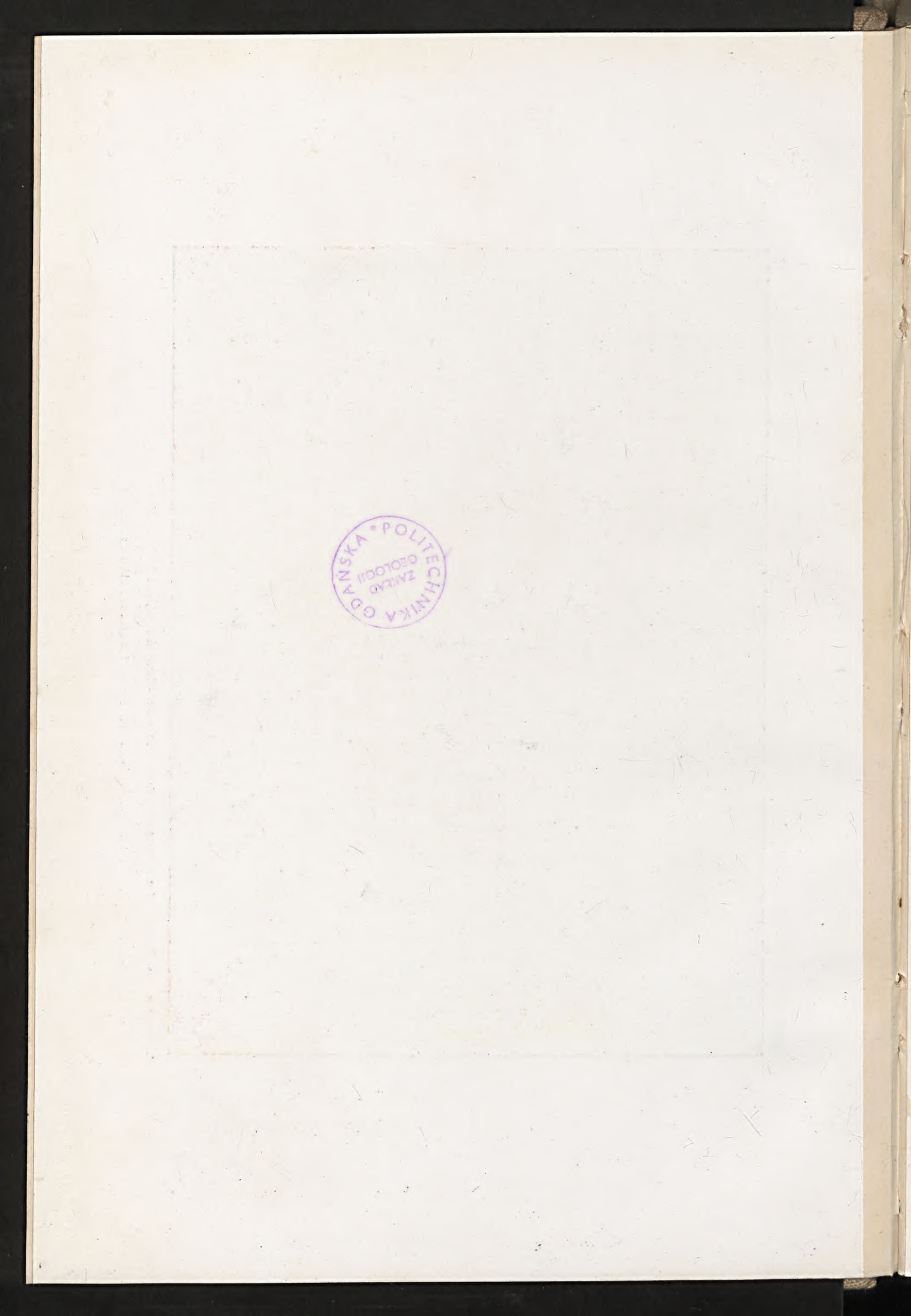
1912.





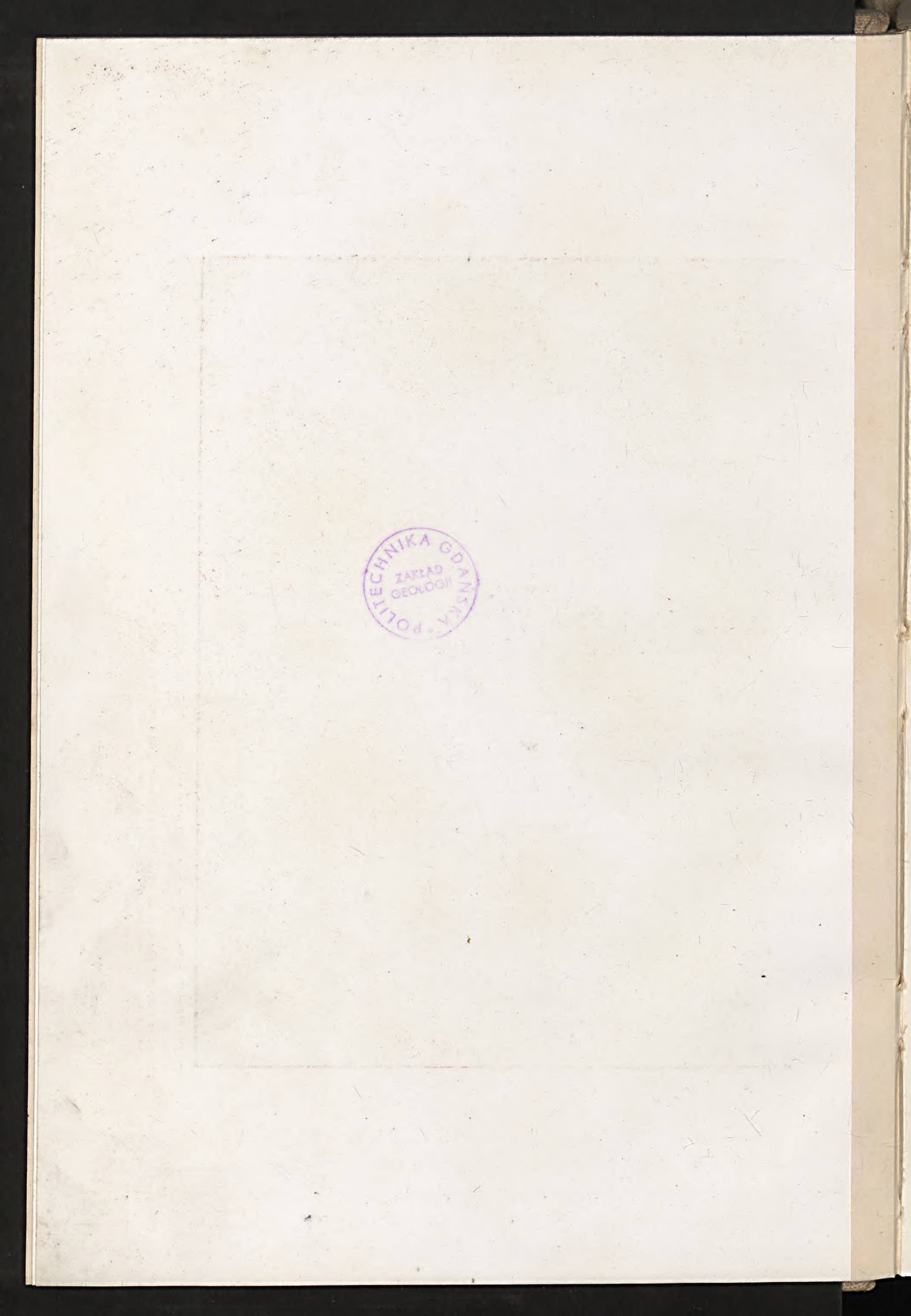


1. Bucht an der Ostküste des Kurischen Haffs mit **Sapropel-Sand-Strand,** der bald von **Verlandern** — zunächst von Bidens cernuus, Catabrosa aquatica usw., sodann vom Röhricht-Verein mit Schilfrohr usw. — besetzt wird. Dahinter tritt **Erlen-Sumpfmoor** mit Sumpfflora im Untergrunde auf.



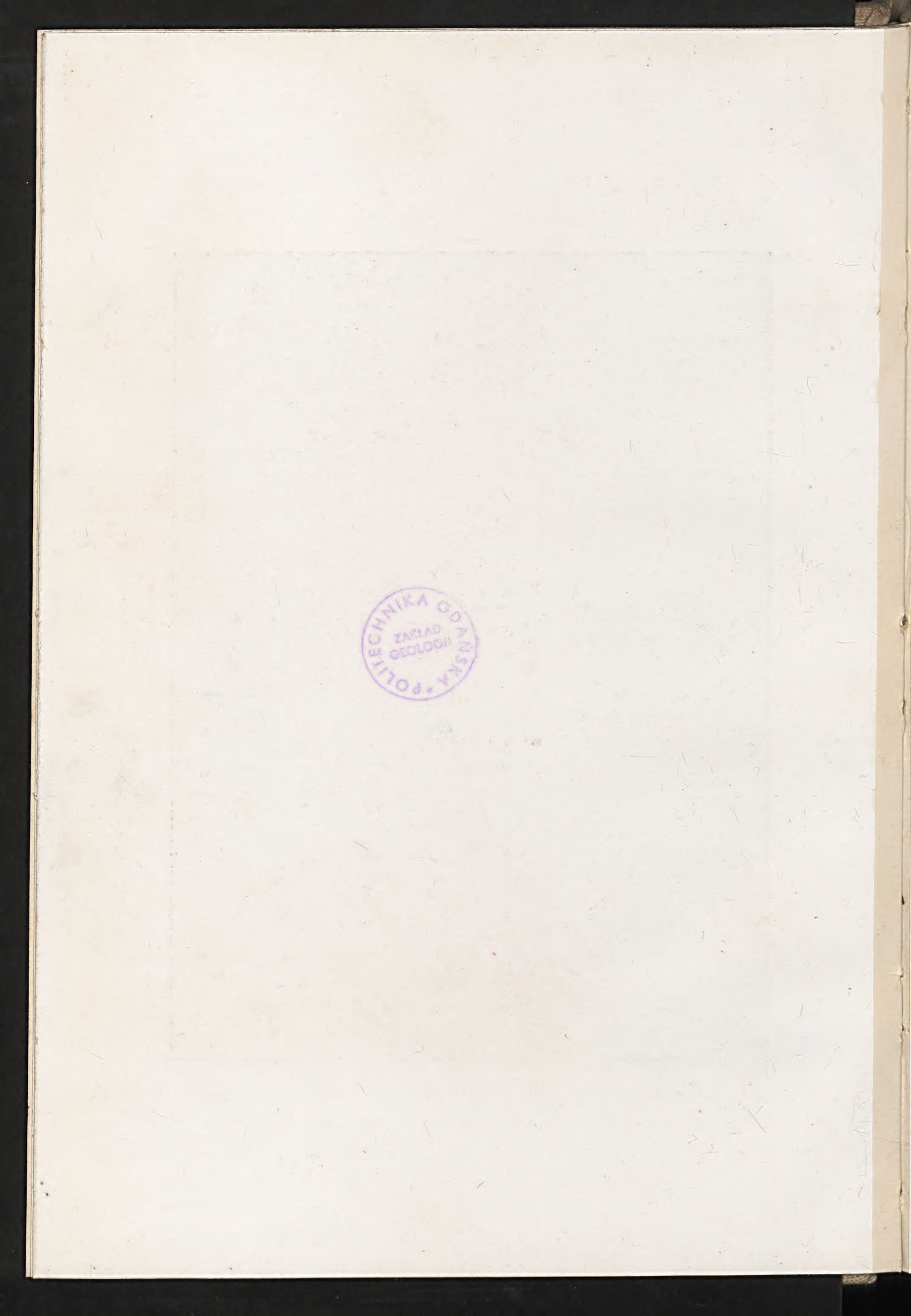


2. Die Erlen-Sumpfmoor-Zone geht nach einer schwachen Andeutung von **Erlen-Standmoor** (mit Urtica dioeca und anderen Waldpflanzen) über in eine **Birkenmoor-Zone**, auf die eine **Mischwaldmoor-Zone** (aus Pinus, Picea usw.) folgt.



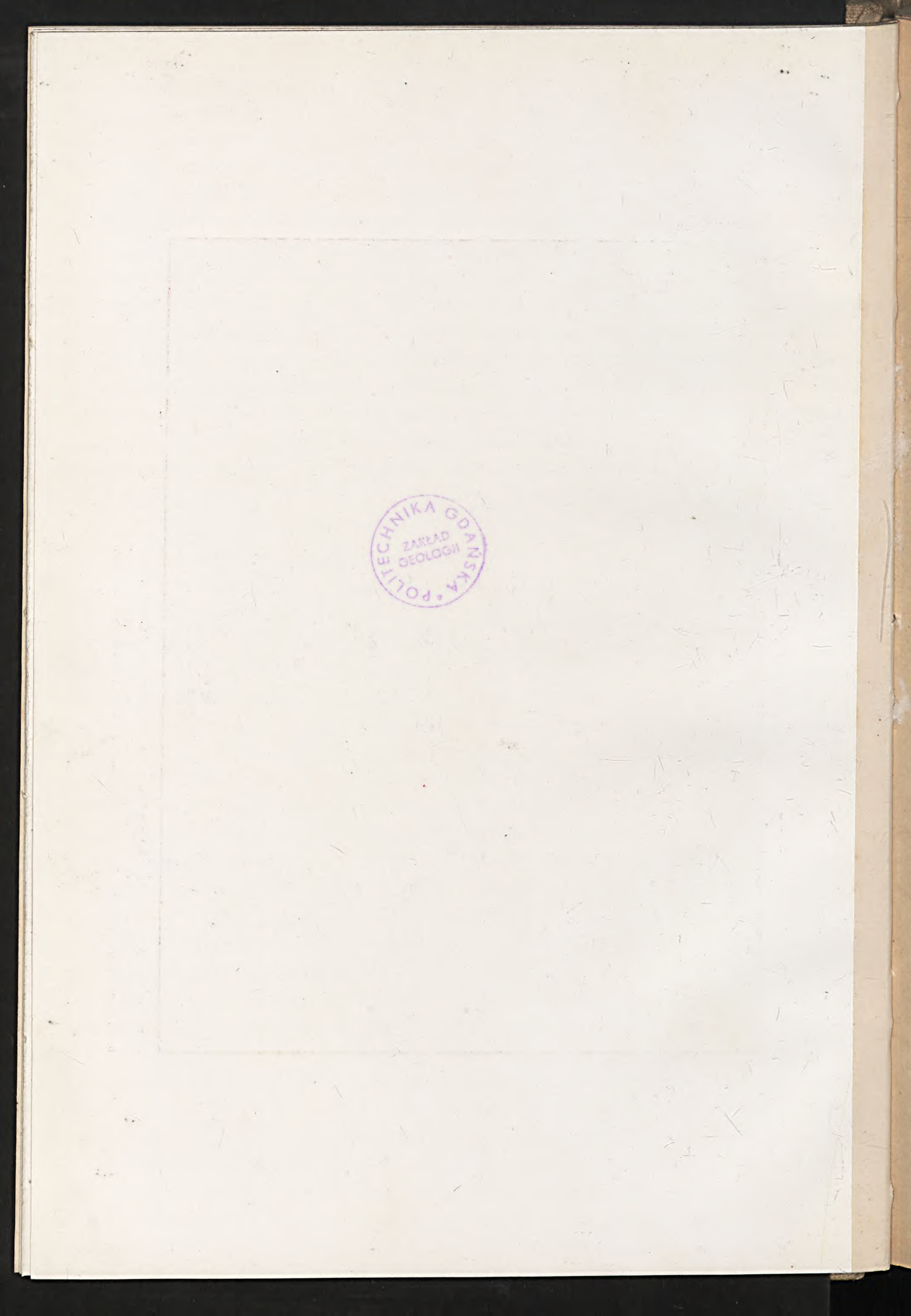


3. Der Mischwald-Zone (zunehmend besetzt mit Ericaceen wie Ledum usw.) schliesst sich eine **Hochmoor-Vorzone** an, die u. a. mit Schilfrohr bestanden ist, soweit der Einfluss eines vom Hochmoor herunterkommenden Baches reicht.





4. Der trockne **Hochmoorhang** ist mit Eriophorum vaginatum usw. bestanden. Die **Hochmoorfläche** ist ein Sphagnetum mit Krüppelkiefern usw. Rechts ein Hochmoorteich, darunter ein Stückchen eines herunterkommenden Baches mit höheren Stauden.



Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten.

Band III:

Die Humus-Bildungen (2. Teil) und die Liptobiolithe.

Eine Erläuterung zu der von den Deutschen Geologischen Landesanstalten angewendeten Terminologie und Klassifikation.

Von

Dr. H. Potonié,

Kgl. Landesgeologen und Professor.

Zweite, sehr stark erweiterte Auflage von desselben Verfassers »Klassifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe und ihrer Lagerstätten« (Berlin 1906).



Herausgegeben

von der

Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt.

BERLIN.

Im Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt

Berlin N 4, Invalidenstraße 44.

1912.



Inhalts-Übersicht.



3. Hochmoore.

Allgemeines.

Seite 38—41 von Band I wurden bereits kurz die Haupt-Charakteristika der Hochmoore angegeben; es handelt sich nun hier darum, das dort Gesagte zu belegen, näher auszuführen und zu ergänzen.

Wenn sich das Flachmoor unter Bedingungen befindet, die eine ständige Anhöhung des sich bildenden Torfes gestatten, und dadurch die Bodenoberfläche vollständig aus dem Einflußbereich des Boden- und Überschwemmungswassers heraustritt, so muß hierdurch ein Nahrungsmangel für die Bäume und viele der sonstigen Zwischenmoorpflanzen eintreten. Diese sterben ab, und es setzt wiederum eine neue Flora ein: eine solche, die sich mit den spärlichsten, vom Staub gebotenen Nahrungsstoffen und dem atmosphärischen Wasser einzurichten vermag. Die Zuzügler kämpfen mit den Alteingesessenen, und zwar sind es besonders Arten der Gattung *Sphagnum* — in Ostpreußen passend Hungermoos genannt —, die dann eine Hauptrolle spielen; heißt doch bei uns diese Gattung treffend Torfmoos und die englisch redenden Nationen sagen bog-moss.

Die Eindringlinge nehmen schließlich mit ihren Begleitern allen verfügbaren Platz ein und wir haben dann durch das Zwischenstadium vermittelt eine ganz neue Moor-Landschaft vor uns: eben ein Hochmoor, gekennzeichnet durch im ganzen kleine Pflanzenarten, die schon dadurch auf die spärliche Nahrung hinweisen, die ihnen nur noch zur Verfügung steht.

Wenn nun auch die Hochmoorbildung beginnt, sobald die Oberfläche aus dem Bereich des Überschwemmungswassers und des ursprünglichen mineralischen Untergrundwassers heraus ist, so

steigt doch mit dem Wachstum des Moores in die Höhe das Untergrundwasser schließlich über dasjenige der Umgebung; dann enthält aber dieses Wasser keine Bestandteile des rein unorganischen Mineralbodens mehr in Lösung, sondern ist coelestisches Wasser.

Es ist das Verdienst von J. R. LORENZ, zuerst auf die genetische Reihenfolge Flachmoor-Hochmoor nachdrücklich hingewiesen zu haben, auf die Tatsache, daß unter entsprechenden Bedingungen aus Flachmooren oft Hochmoore werden.

In dem angenommenen Fall ist die Flachmoor- und Zwischenmoor-Torfschicht die »Isolierschicht« zwischen der Hochmoor-Vegetation und dem Mineralboden. Wenn dieser Mineralboden selbst dadurch eine Isolierschicht ist, daß er ausgelaugt ist wie die Bleicherde (II. S. 45) und demnach keine genügenden Bestandteile mehr für eine üppige Vegetation enthält, so entsteht — ein hinreichend feuchtes Klima vorausgesetzt — auch auf dem Mineralboden direkt ein Hochmoor, beginnend zunächst mit einer Lage von Trockentorf, der dann das Wasser festhaltend schließlich nach oben in Hochmoortorf übergeht. Wo Auslaugungsprozesse vermöge höherer Regenfälle besonders an der Tagesordnung sind, werden also Hochmoorbildungen zu Hause sein, überhaupt auf Böden genügender Feuchtigkeit und mit nicht übermäßigem Nahrungsgehalt. Deshalb kann auch aus unseren Mischwäldern, die alle mehr oder minder den floristischen Charakter der Zwischenmoore haben, direkt Hochmoor hervorgehen. Es ist nach dem Gesagten selbstverständlich, daß ein sehr nahrungsschwaches oder fast nahrungsloses Wasser nicht durch Flachmoorpflanzen zu verlanden vermag, sondern nur durch die genügsamen Hochmoorpflanzen, Fig. 1. Natürlich gibt es hier alle Übergänge.

Es sei aber daran erinnert, daß freilich eine einfache chemische Elementar-Analyse keine hinreichende Auskunft über die Wertigkeit eines Bodens für das Pflanzenwachstum gibt. Näheres darüber II. S. 137—146.

Durch die Eigenschaft der Land-Sphagna, an der Luft lebende Wasserpflanzen zu sein — vergl. hinten Kapitel *Sphagnum* —, sind Hochmoore im Naturzustande mehr oder minder naß und

speichern Wasser, trotzdem sie auf eine terrestrische Flora folgen können und der Untergrund trocken gewesen sein kann. Auch in regenreicher Zeit braucht ein echtes Hochmoorgelände nicht wesentlich nasser zu sein wie sonst, da sich die obere Decke gern hebt und vom Wasser getragen wird. Aber das überschüssige Wasser sammelt sich doch in solcher Zeit in den etwas tieferen

Figur 1.



Verlandung des sehr nahrungsschwachen Pechsees im Grunewald bei Berlin durch ein in das Wasser allmählich vorrückendes Sphagnetum.
Aufgenommen im März 1908.

Stellen der Hochmoorfläche, die meist nicht absolut eben ist, sondern durch das verschieden schnelle Aufwachsen der einzelnen Pflanzen, die dann kleine Hügel, »Bulte« erzeugen, holperig ist, Fig. 2, dadurch daß einzelne Gruppen rasenförmig stärker emporwachsen und dadurch zwischen sich rinnenförmige Stellen, die »Schlenken« erzeugen.

Die Sphagnen bilden 2 Arten von Bulten, die WEBER zutreffend unterscheidet (vergl. S. 20 f. in seinem Buche »Hochmoor von Augstumal« 1902). Entweder nämlich sind lockere Bulten auf nassen Hochmooren die Folge eines besonderen Schutzes durch Heidesträucher usw., in denen sie emporwachsen (Heidbulte), oder es entstehen festere Bulten aus dicht zusammengedrängten Köpfen der einzelnen Moossprosse und zwar, wie man anzunehmen pflegt, zum Schutz gegen zu starke Verdunstung (Moosbulte).

Figur 2.



Blick auf das Hochmoor von Augstumal (Memel-Delta) mit Bulten.
Die Baumzeile am Horizont begleitet die Rugullner Rülle.
Aufgenommen am 31. August 1907.

Die Schlenken zwischen ihnen und sonst enthalten zu nassen Zeiten und in ständig feuchten Gebieten sogar dauernd Wasser, ja das Wasser kann sich in, wenn auch gewöhnlich klein bleibenden Weihern oder Seen sammeln, die oft mehr oder minder braunes Wasser enthalten können, wesentlich unterstützt durch die relative Undurchlässigkeit, die der reife Torf im Untergrunde mit

dem Ton gemein hat. Es bilden sich auf größeren Hochmooren bei ihrer gewölbten, uhrglasförmigen Gestalt, von denen das überschüssige Wasser wie von einem gewaltigen Dach abfließt, Abflußrinnen, Bäche, die »Rüllen«, die eine Entwässerung bewirken, die teils die Umgebung weiter versumpft und so gute Bedingungen für eine fortschreitende Vermoorung schafft, teils das Wasser den Stromsystemen zuführt. Nach allem ist es wohl verständlich, wenn Hochmoorbildungen gern an den Wasserscheiden vorhanden sind. Da die an den Rüllen lebenden Pflanzen reichlicher durch das fließende Wasser mit Nahrung versorgt werden und auch ihre unterirdischen Organe besser mit Luft versorgt werden ebenso wie die Vegetation am Rande der Hochmoore, sind die Pflanzenarten des vernäßten Hochmoorrandes größer, ebenso die der Rüllen, wo sie dann inmitten von typischen Hochmoorflächen sich durch ihre Andersartigkeit recht auffällig abheben (Fig. 2).

Es ist daran festzuhalten, daß bei der Wichtigkeit der Gattung *Sphagnum* für die Hochmoorbildung eine solche ordentlich nur dort zuwege kommen kann, wo auch die nötige ständige Luftfeuchtigkeit mit Regen resp. Tau vorhanden ist, die den Sphagnen das Leben möglich macht; wo sie jedoch nicht hinreichend üppig und ständig zu gedeihen vermögen, bleibt der erreichte letzte Moor-Zustand ständig dem Zwischen-Moor-Typus genähert. Für alle Hochmoorgegenden Süddeutschlands betragen nach R. GRADMANN[1]) die Niederschläge über 80 cm, die relative Feuchtigkeit über 80 %, die mittlere Bewölkung über $^6/_{10}$ des Himmels. »Wo die Feuchtigkeitsverhältnisse unter diese Größen zurückgehen, trifft man keine Hochmoore.«

Die Abhängigkeit des Hochmoor-Charakters von den klimatischen Verhältnissen und der geographischen Lage äußert sich wie angedeutet durch die Verschiedenartigkeit der Vegetation. So sind oder waren die Hochmoore NW.-Deutschlands mit ca. 70 cm Regenhöhe wesentlich Sphagnetum-Moore. Da solche Moore wesentlich in Gebieten zu Hause sind, die — nach meteorologischer Ausdrucksweise — Seeklima besitzen, so sind diese gut

[1]) GRADMANN, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. I. Bd. Tübingen 1900 S. 328.

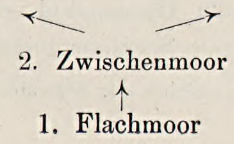
als Seeklima-Hochmoore zu charakterisieren. Die Hochmoore Ost-Deutschlands hingegen von der Provinz Brandenburg ab mit ca. 50 cm Regenhöhe mit Ausnahme des Küstenstreifens an der Ostsee neigen u. a. mehr zu Ericaceen- und Waldbestand mit kleinen Bäumen; wir werden sie Landklima-Hochmoore nennen.

Ein bestimmtes Mindestmaß von Feuchtigkeit, das der Vegetation zur Verfügung steht, vorausgesetzt, ist die Ausbildung der Hochmoore als Seeklima- oder Landklima-Hochmoore abhängig von der Bilanz zwischen Niederschlag (einschließlich Tau), Nebelbildung einerseits und Abfluß und Verdunstung andererseits. Natürlich gibt es zwischen Seeklima- und Landklima-Hochmooren alle Übergänge.

Die Höhe der Niederschläge ist aber durchaus nicht überall ausschlaggebend für die Entstehung der Seeklima- bezw. Landklima-Hochmoore. Sind die Niederschläge, z. B. weil es sich um Hangmoore handelt oder um Höhenmoore in Gebieten mit vielem Schneefall, nicht ergiebig genug für die Moor-Vegetation ausnutzbar, so können selbst bei einem Niederschlag von jährlich wesentlich mehr als 70 cm Höhe dennoch Hochmoore vom Seeklima-Typus ausbleiben und solche vom Landklima-Typus entstehen. Näheres hierüber wird im Kapitel »Höhenhochmoore« mitgeteilt.

Nach dem Gesagten sind die Seeklima- und Landklima-Hochmoore im Sinne der Geologen Facies-Bildungen, denn je nach den klimatischen Verhältnissen entsteht auf einem geeigneten Boden entweder der eine oder der andere der beiden genannten Moortypen, resp. aus einem Zwischenmoor kann entweder ein Seeklima- oder ein Landklima-Hochmoor werden. Dieses wichtige Verhältnis wird am besten durch das folgende Schema festgehalten:

3a. Seeklima-Hochmoor 3b. Landklima-Hochmoor



Wir werden bei der näheren Besprechung der Landklima-Hochmoore sehen, daß *Sphagnum*-Decken auf fast lufttrockenen Torf-Böden vorkommen — wie ich das im Großen in Kanada sah — als schlagender Hinweis darauf, daß diese Gattung in der Tat in erster Linie von dem atmosphärischen Wasser abhängig ist.

Figur 3.



W = nach Abbau des Sphagnetumtorfes zu Tage getretener Waldrest (eines Zwischenmoores?) in Form von Kiefernstubben.
S = Profil des stehen gebliebenen Sphagnetumtorfes, das nach rechts in das noch intakte Hochmoor übergeht, nach links, dem Moorrande zu, aber allmählich abfällt.

Nach einer Skizze von mir aus der Lüneburger Heide.

Bei der angegebenen Eigentümlichkeit der Hochmoor-Land-Sphagnen, vom Bodenwasser unabhängig zu sein, erklärt sich die Anhöhung des durch diese erzeugten Torfes weit über den ursprünglichen Grundwasserspiegel hinaus. Es wächst demnach ein Hochmoor in seiner Mitte stärker in die Höhe als am Rande, so daß die Höhenlinien von dem meist eine große Ebene darstellenden Zentrum nach dem Rande hin abnehmen; durch das Randwachstum der Hochmoore (ihre Ausbreitung an ihrem Rande) muß die

Mächtigkeit der Torfschichten vom Zentrum nach dem Rande zu abnehmen. Das Zentrum eines Hochmoores kann etwa 5—7 und mehr m höher liegen als der Rand des Moores.

Diese Besonderheit ist es, die den in Rede stehenden Mooren den Namen Hochmoor im Gegensatz zu den im Ganzen flach bleibenden Flachmooren verschafft hat.

Unsere Fig. 3 gibt eine Anschauung von der Uhrglasform der Hochmooroberfläche.

Die echten Hochmoor- (Sphagnetum-) Torfe haben bei der Erhaltungsfähigkeit der Sphagnaceen lange Zeit hindurch einen anderen Charakter als die von vornherein homogener-schmierigen Torfe der Flachmoore, abgesehen hier — aus denselben Gründen wie bei *Sphagnum* — von den Hypnetum-Torfen. Es kommt, um die chemische und physikalische Verschiedenheit beider Torfsorten zu verstehen, noch hinzu, daß das Tierleben in den Seen, Rüllen und Schlenken der Hochmoore spärlich ist.

Synonyme u. zur Nomenclatur. — Von Bezeichnungen für Hochmoorgelände, die im Vorausgehenden noch nicht benutzt oder gebraucht wurden, sind als Synonyme noch folgende zu nennen. Zunächst aber noch eine Bemerkung über »Hochmoor« selbst. Hochmoore sind in bergigen oder hügeligen Gegenden, die Luftfeuchtigkeit genug haben, gern die hochgelegenen, und dann sind die Hochmoore gleichzeitig Höhenmoore, so findet man denn auch in englisch geschriebener Literatur den Gegensatz mountain bog (Davis, Peat 1907 S. 10) zu flat bog (= Flachmoor) für die irländischen Moore. Aber die Bezeichnung Hochmoor ist bei der Möglichkeit einer Verwechselung mit Höhenmoor doch nicht deshalb zu verwerfen, denn »hoch« bedeutet eben im Worte Hochmoor ein hohes Moor, nicht aber ein hochgelegenes Moor. Es entspricht das Wort Hochmoor ganz der Volksbeobachtung und -empfindung. Auch in der englischen Sprache heißt es High moss oder gelegentlich Climbing bog (so z. B. bei Kearny 1901 S. 428), also »aufsteigendes Moor« wegen des Emporwachsens. Daß da, wo ordentliche lebende Hochmoore vorkommen, dem Volk in der Tat das Wort Hochmoor in dem von Moorkundigen definierten Sinne geläufig ist,

dafür seien die Litauer als Beispiel herangezogen. Augstumal-Moor kommt vom litauischen aukstoji = hoch; die Litauer nennen das genannte Moor aukstoji pelke = Hochmoor (pelke = Moor). (Nach Weber 1902 S. 6 und nach meiner Erkundigung.) Mir wurde das erste Wort auch auksztas = hoch diktiert. Augstumal ist ein Dorf, das am Hochmoorrande liegt und bedeutet hohes Ufer (mella = Ufer), d. h. ein Ort, der vor Überschwemmungen geschützt ist. In Ostpreußen sind noch mehr Bezeichnungen für Hochmoore charakteristisch. Die Kacksche Balis bei Lesgewangminnen hat ihren Namen von dem Dorf Kackschen und »balis« kommt von balà = Sumpf, lautlich und begrifflich = dem Lat. palus. Ein Hochmoor Panebalis liegt südlich der Schorellener Forst. Das »Packledimer Hochmoor« hat seinen Namen von pakladim = Höllensumpf. Häufiger kehrt in Ostpreußen das litauische Wort plyne (nach Kurschat, Litt.-deutsches Wörterbuch 1883, eine freie, baumlose, unbebaute Ebene) wieder, so in der »Großen (Schorellener) Plinis« bei Schirwindt (Kreis Pillkallen), ferner seien genannt die »Plinis« im Walde NWW. von Insterburg, diejenige südlich von der Badugnis bei Gr. Berschkallen, die Nawischker Plinis, die Dwarischker Plinis, die »Plien« in der Schneckenschen Forst SW. Heinrichswalde, der »Pleiner Torfbruch« bei Plaschken nördlich dem Rußstrom. Endlich noch einige Worte über die Zehlau bei Tapiau, auch das Zehlaubruch genannt.

Albert Zweck (Samland, Pregel- und Frischingthal. Eine Landes- und Volkskunde. Stuttgart 1902) sagt: »Eigentlich ist Zehlau wohl kein Eigenname, sondern bedeutet schlechtweg »Werder«, »Bruch«, wie das polnische Zulawa (auch Zyolawa). In mehreren Quellen wird die Zehlau auch Zeylawa genannt.« Ich finde auch Zel, Zehla, Zela, und Zelaw geschrieben. Herr Prof. A. Bezzenberger in Königsberg i. Pr., den ich befragte, schreibt mir freundlichst: »Die älteste Überlieferung gibt Zela Morrast (wie Schumann, N. preuß. Prov.-Blätter III. Folge V 31 auch anführt), hilft damit aber nicht weiter. Das *z* ist kein echter litauischer Laut, ebensowenig altpreußisch. Anklingend und begrifflich nicht ganz fern liegend ist lit. salawa »Insel« (daher

Solowo, Solow, wie früher eine Mündungsinsel der Weichsel hieß), aber es wäre ein halsbrecherisches Wagnis, dies Wort in Zehlau zu sehen.«

Doose, Dose, Dosenmoor (nach C. A. Weber, 1899 S. 9 und 22), Bezeichnung NW.-Deutschlands bis zur Eider; es wird nach Herrn Landesforstrat Quaet-Faslem (mündl.) nur lebendes (wildes) Hochmoor Doose genannt.

Filz, Filzen (besonders süddeutsch, vergl. Sendtner, 1854 S. 617 und 618).

Grind (plur. Grinden) ist altdeutsch. Mit Grinden werden Hochmoore im Schwarzwald bezeichnet, aber eigentlich nur die Hochplateaus, die Kämme, die oft Hochmoore tragen. Grind heißt ursprünglich Schorf und in übertragener Bedeutung auch Kopf. (Die Hornisgrinde im Schwarzwald z. B. trägt ein Hochmoor.)

Heide, Heidemoor (Heidmoor, dän. Hedemoser). — Das Wort Heide (vergl. Fritz Graebner in Paul Graebner's Handb. der Heidekultur, Leipzig 1904 S. 14—18) bedeutete ursprünglich einfach das Land im Gegensatz zum menschlichen Wohnplatz (Haus und Hof und vielleicht frühzeitig als besonderes Werk menschlicher Kunst auch den Garten). Später schied zunächst das bebaute Feld aus dem Begriff aus, dann schieden — soweit die fränkische Verfassung wirkte — durch die Umwandlung der Gemeindewaldungen in königliche Forsten die letzteren ebenfalls aus. »Jeder Forst kam außer Zusammenhang mit dem übrigen Gebiet, und so findet sich, daß in allen von jenem Vorgange getroffenen Gebieten im allgemeinen die Heide den Wald ausschließt.« Dagegen ist wohl für alle anders ausgebildeten Landgebiete im Mittelalter der Name Heide noch möglich. Die diese Heide bewohnenden Pflanzen heißen auch oft Heide und Heidekraut, so *Thymus*, *Spartium scoparium*, *Empetrum*, *Ledum*, *Pulsatilla patens*, *Daphne cneorum*, *Genista germanica*, endlich Buchweizen und einmal in Oberdeutschland die Birke. »An Zusammensetzungen von Pflanzen- und Tiernamen mit Heide erwähnt Grimm's Wörterbuch: Heidehopfen, -lerche, -flachs, -lilie, -meise, -nelke, -elster und -rose.« Schließlich ist es nur noch die

»Einöde«, als dem unkultivierten Gelände, die den Begriff der Heide bildet; diese Begriffswandlung ist deshalb so allgemein eingetreten, »weil sie auf dem allerursprünglichsten Gegensatz gegen das Bauland beruht«. Die Botaniker haben, sich dem mehr oder minder anschließend, diesen Begriff für Gelände mit solchen Pflanzengemeinschaften übernommen, die bei hinreichender Regenmenge auf einem für Kulturpflanzen ungünstigen Boden auftreten und die auch dort vorhanden sind, wo sich »Wärme und Feuchtigkeit, die beiden großen Förderer vegetativer Betätigung, in ungünstiger Weise trennen. Die Konstellationen sind niemals ganz günstig, doch auch niemals völlig ungünstig«. (Diese Sätze nach L. DIELS [Pflanzengeographie, Leipzig 1908 S. 86/87], der den Begriff der Heide auf die »Macchie« der Länder am Mittelmeer ausdehnt.) RAMANN (in P. GRAEBNER l. c. S. 13) drückt sich so aus: »Heiden sind Formationen feuchterer Gebiete der gemäßigten Zonen, bedeckt von zwerghaften Sträuchern, Halbsträuchern, Gräsern, Moosen und Flechten (und von Torfmoosen), ohne geschlossenen Hochwald, auf nährstoffarmen, sauer reagierenden Böden.« — Nach alledem wäre — wenn man sich, wie das nötig ist, dem gegenwärtigen Begriff Heide anschließt — ein Heidemoor ein auf einem Heidegelände entstandenes Moor, dementsprechend auch mit Pflanzenarten der Heidepflanzengemeinschaft besetzt. Übrigens heißen im Erzgebirge die dortigen Höhen-Hochmoore schlechtweg Heiden (s. Näheres im Kap. Höhenmoore).

Einwendungen gegen die Benutzung des Ausdrucks Heidemoor für Hochmoor lassen sich daher auf Grund der floristischen Zusammensetzung nicht machen, jedoch wäre als störend zu erwähnen, daß bei uns jetzt, wie schon gesagt, auch gewisse Pflanzenarten aus der Familie der Ericaceen, die bei uns auf den nunmehr Heiden genannten Flächen wachsen, Heide schlechtweg genannt werden. In erster Linie ist es bei uns *Calluna vulgaris*, die in Betracht kommt. Dadurch hat sich vielfach die Ansicht gebildet, daß die Herkunft des Namens Heide als Gelände von der Pflanze herstamme; also gerade entgegen der wirklichen Entwicklung des Begriffes, die wir oben angegeben haben. ADELBERT VON CHAMISSO z. B., der bekanntlich Botaniker war, sagte von der

Calluna vulgaris, der gemeinen Heide (Übersicht der nutzbarsten und schädlichsten Gewächse, welche wild oder angebaut in Norddeutschland vorkommen. Berlin 1827 S. 227): »Dieser Strauch bedeckt in unserem Norden gesellig wachsend ganze Strecken Landes, die man gleichnamig Heiden nennt.« Wenn er dabei auch hier nicht zum Ausdruck bringt, daß nun die Heiden genannten Gelände ihren Namen von der Pflanze haben, so ist doch gerade diese Meinung in Laienkreisen vielfach verbreitet. Dem heute allgemein besonders viel gebrauchten Sinne nach von Heide für *Calluna vulgaris*- und *Erica*-Arten ist daher ein Heidemoor ein stark mit Heide bestandenes Moor, und Heidepflanzen sind eben in erster Linie die genannten Pflanzen, die nur einen Teil der Heidefloren-Pflanzengemeinschaft ausmachen und nur auf besonderen Hochmooren (den Landklima-Hochmooren und unseren toten Hochmooren) stark vertreten sind. Sagt man daher Heidemoor ganz generell an Stelle von Hochmoor, so wird man in den meisten Kreisen damit an Ericaceen erinnern und der Schluß: es handle sich immer um Ericaceen-Moore, ist dann selbstverständlich, während die Seeklima-Hochmoore keine solchen sind, sondern Sphagneten. Dementsprechend unterscheidet denn auch C. A. Weber (Augstumal 1902 S. 58) Moosmoor (Sphagnetum-Moor) und Heidemoor (z. B. Hochmoore wesentlich mit *Calluna*). Moosmoore können aber auch Hypneten sein, die meist zu den Flachmooren gehören, deshalb würde der Terminus Moosmoor ebenfalls mit Vorsicht anzuwenden sein. Aber abgesehen von dem Gesagten ist der Begriff Heide — mag man ihn so oder so nehmen — nicht konkordant dem für den anderen Hauptmoortypus vorwiegend gebrauchten, nämlich den Ausdrücken Flachmoor resp. Niedermoor. »Flachmoor« und »Hochmoor« gehen beide auf die äußere Ausgestaltung der Moore und passen daher weit besser zusammen als einerseits »Flachmoor« und andererseits »Heidemoor«, die ihrem Sinne nach ganz verschiedenen Kriterien entnommen sind. Es kommt hinzu, daß Hochmoor weit häufiger gesagt wird als Heidemoor: auch dieser Punkt ist natürlich bei einer Entscheidung, welcher Terminus zu bevorzugen ist, stark zu berücksichtigen.

Die Benutzung der Tatsache des Vorkommens auch von Eri-

caceen im Hochmoor für den Namen desselben ist nach alledem zu verwerfen. Da könnte man mit demselben Recht die Erlenflachmoore, in denen aus der Verlandungszeit her noch Schilfrohr als echtes Relict durchsticht, ein Röhrichtmoor nennen, oder man könnte auch unsere Hochmoore, weil, wenn auch nur spärlich aber doch regelmäßig, Krüppelkiefern vorkommen, Kiefernmoore nennen. Aber ebenso wie bei den Ericaceen sind die Kiefern besser entwickelt in den Zwischenmooren.

In dem vorliegenden Fall will ich übrigens einmal die Gelegenheit benutzen, zu zeigen, inwiefern ich mich bemüht habe, bei meinen terminologischen Vorschlägen von einem umfassenden Standpunkt auszugehen, mit anderen Worten: von einem Standpunkt, der der alleinige sein sollte in wissenschaftlichen Dingen. Wenn sich die Anwendung des Terminus Heidemoor in erweitertem Sinne auch einigermaßen bei einer ausschließlichen Betrachtung der rezenten Vorkommnisse rechtfertigen läßt, so wird doch der Paläobotaniker diese Bezeichnung vermeiden müssen, schon deshalb, weil fossil Ericaceen — und in den ältesten Formationen Phanerogamen überhaupt — nicht vorkommen, es demnach gar nicht angebracht sein würde, von dem Vorhandensein oder Fehlen von »Heidemooren« in solchen Formationen zu reden, während das Wort »Hochmoor« hier nicht so bedenklich ist. Denn bei den heutigen Begriffen, die wir von Heide haben, wird bei Benutzung des Wortes Heidemoor stets der Gedanke an die Heideflora und insbesondere an die Ericaceen mit einfließen. (Weiteres im Kapitel »Seeklima-Hochmoore«.)

Hooge veen ist die holländische Bezeichnung für Hochmoor.

Hygrosphagnium = Hochmoor, nach Diels, Pflanzengeogr. 1908 S. 94.

Kärrmoore sind Moore nordischer und arktischer Gewässer ohne *Sphagnum* (Ramann 1905 S. 157).

Kieselmoore nannte Sendtner (1854 S. 635) die Hochmoore, da die Vegetation derselben zu seinen »Kiesel-Pflanzen« gehören. Schon J. R. Lorenz (1858 S. 46 Anmerkung 2) weist mit Recht darauf hin, daß die Hochmoor-Vegetation durchaus

nicht von einem Vorrat an Kieselsäure abhängig sei. Der Annahme stehe u. a. entgegen, »daß die Hochmoor-Typen sich auf kaum zollhohen Schichten von Heide- oder Rasenvegetation angesiedelt haben, und zwar selbst dann, wenn dieses dünne pflanzliche Substrat über reinem Kalkbrei folgte, mithin eine relevante Ansammlung von Kiesel nicht erfolgt sein konnte«.

Lyngmoser (dänisch) = Hochmoor.

Moorheide, z. B. bei ROSSMÄSSLER »Der Wald«, ist z. T. = Hochmoor.

Moosbruch, Moosmoor (= Moosmyr der Norweger), Moossumpf. Darunter werden zwar Hochmoore verstanden, jedoch sind manche Moosmoore — nämlich Moos in dem Sinne von Bryophyten genommen — Flachmoore, wenn es sich nämlich um Flachmoor-Hypneten (vergl. S. 218) handelt. Über die notwendige Ablehnung der Bezeichnung Moos für Moor als wissenschaftliche Bezeichnung wurde Bd. II, S. 131 schon Hinreichendes gesagt. Daraus ergibt sich, daß es für die Wissenschaft bedauerlich ist, wenn aus lokal-patriotischen Tendenzen doch wieder dafür plädiert wird, den auf dem Gebiete der Moorkunde so störend zweideutigen Namen Moos für Moor zu benutzen. Es handelt sich doch nicht darum, den Versuch zu machen, Liebhaber-Namen einzuführen, sondern wissenschaftlich zweckmäßige Namen. SCHREIBER, der (1907) diesen abgetanen, nur noch volkstümlich, aber wissenschaftlich nicht mehr berechtigten Ausdruck trotzdem wieder aufnimmt, hat nämlich — obwohl kurz vorher von unserer Seite mit einiger Aussicht auf etwas Gefolgschaft der Versuch gemacht worden war, die verfahrene Nomenclatur endlich einheitlicher zu gestalten — eine Unmenge neuer Namen resp. Begriffs-Verschiebungen vorgenommen. Er spricht von Braunmöser (schwed. Brunmossar), Cespes-Möser, Bülten-Möser, Heidemoos, Kriechtriebe-(Rhizom-) Möser, Lichenetum-Möser, Flechten-Möser, Reiser-Möser (schwed. Rismossar), Fruticetum-Möser, Weißmöser (Sphagnetum-Moore), Wiesen-Moos = ein zur Wiese umgeschaffenes Hochmoor. Es ist zwar keine Gefahr vorhanden, diese Namen in der wissenschaftlichen Literatur Boden gewinnen zu sehen, aber ich mußte sie doch vorführen, bei der

Verpflichtung, die Nomenclatur hier so vollständig wie möglich zu berücksichtigen. Ich gestehe aber freimütig, daß mir der Abschluß des vorliegenden Werkes eine wahre Erlösung ist: gestattet er mir doch von nun ab, nur noch solche nomenclatorische Änderungs-Vorschläge zu berücksichtigen, die nach irgend einer Seite hin etwas wissenschaftlich Brauchbares bedeuten, nach irgend einer wissenschaftlichen Richtung hin etwas Förderndes enthalten.

Moosmorast sagt z. B. E. A. ROSSMÄSSLER für Hochmoor.

Mosse (pl. Mossar) (schwedisch) = Hochmoor.

Muskeg (indianisch), Muskegs heißen in Kanada die dortigen Landklima-Hochmoore.

Bei englisch schreibenden Autoren (GANONG 1897—98 usw.) findet man Hochmoor übersetzt mit Raised Peat Bog (erhobenes Torfmoor).

Säuren (nach SCHRÖTER 1904 S. 13 Bezeichnung im Erzgebirge).

Sphagnum-Sumpf ist eine z. B. bei Floristen nicht seltene Bezeichnung für hochmoorige Strecken.

Supraaquatische Moore (Überwasser-Moore) hatte LESQUEREUX (1847 S. 7) die Hochmoore genannt, aber es ist darauf hinzuweisen, daß ein nährstoffloses oder nährstoffarmes Bodenwasser natürlich ebenfalls nur Hochmoor-Vegetation gestattet (Fig. 1): wir hätten den Fall, daß infraaquatisch ein Hochmoor entsteht, wie denn überhaupt diejenigen unter den Hochmoor-Pflanzen, die mehr oder minder an das Vorhandensein von Wasser in liquider Form gebunden sind, »infraaquatisch« lebende Arten sind.

Torfmoosmoor.

Torfmoossümpfe nennt z. B. P. ASCHERSON in seiner Flora der Provinz Brandenburg von 1864 die mehr oder minder mit *Sphagnum* (»Torfmoosen«) bestandenen Hochmoore.

Torfstete Moore wurden von J. R. LORENZ (1858 S. 46 Anmerkung 2) die Hochmoore genannt, weil (l. c. S. 35/36) »die entschiedene Hochmoor-Vegetation . . . . stets nur auf einem Substrate von Vegetationsresten — und zwar in der Regel nur auf Torfboden« vorkomme.

Weichwasser-Moore. — J. R. Lorenz (1858 S. 33) nennt die Hochmoor-Vegetation eine Weichwasser-Vegetation; dementsprechend findet man auch die Bezeichnung Weichwasser-Moor.

Weißes Moor (W. Venn) nennt man bei der hellen Farbe des *Sphagnum* namentlich in NW.-Deutschland das noch jungfräuliche Hochmoor, so im Westerbecker Moor der letzte Rest mit ordentlicher *Sphagnum*-Decke. Wittmoor (in Holstein) heißt weißes Moor.

Wir gehen nun spezieller auf die einzelnen Punkte ein, zunächst auf die Eigentümlichkeiten der Hochmoorflora.

Flora.

Sphagnum.

Es wurde (Bd. I S. 39) darauf hingewiesen, daß die Wasserzellen von *Sphagnum* Wasserspeicher sind wesentlich für atmosphärisches Wasser; denn die Fähigkeit der Sphagnen, dem Untergrunde Wasser zu entnehmen, ist eine sehr geringe und wirkt nicht weit, weshalb sie denn auch sehr leicht vertrocknen, auch dann, wenn Wasser in unmittelbarer Nähe vorhanden ist. Oft genug kann man sehen, daß Sphagnen, die vorher üppig aufwuchsen, bei einsetzender Trockenheit und dadurch bedingtem niedrigerem Wasserstande schnell zugrunde gehen und zwar im trocknen Binnenlande sogar auf Mooren mit nassem Boden, sobald eine längere Lufttrockenheit einsetzt. Man kann in ausnahmsweise trocknen Sommern auch auf Seeklima-Hochmooren die Sphagnen vertrocknen sehen (so Anfang Juli 1908 im Memeldelta und Sommer 1911 vielerorts), trotzdem die Austrocknung des Moores an solchen Stellen nur wenige Zentimeter tief zu reichen braucht. Ebenso störend — austrocknend — wirken natürlich Winde, besonders an ausgesetzten Stellen im Subarktikum, so daß eine ständige winterliche Schneebedeckung hier wesentlich schützend wirkt. Wo die *Sphagnum*-Decke so weitgehend abgestorben ist, daß sie sich nicht schnell und leicht wieder erholt, beginnt sofort ein Kampf um den Platz durch stärkere Entwicklung besonders von *Eriophorum vaginatum* und *Scirpus caespitosus*. Ist nun gar der

Boden gefroren und vermag bei fehlender Schneedecke Sonnenbestrahlung auf die Sphagnen zu wirken, so können sie eine beträchtliche Schädigung erleiden (»Isbrand« der Skandinavier). Bietet aber die Atmosphäre genügend Wasser, so bleiben sie naß. M. Düggeli (Sihltal bei Einsiedeln 1903 S. 196) macht denn auch zutreffend darauf aufmerksam, »daß eine ganze Reihe von *Sphagnen* sich auf stehen gebliebenen, trocknen Torfstücken ansiedeln, ja *Sphagnum compactum*« fand er nur an trocknen Lokalitäten. »Wäre diese *Sphagnum*-Spezies in ihrer Wasserversorgung auf den Untergrund angewiesen, so könnten sie an solch trocknen Standorten nicht gedeihen.« Es verhalten sich demnach den Einflüssen der Trockenheit und Feuchtigkeit gegenüber die verschiedenen *Sphagnum*-Arten verschieden: die einen sind unter Wasser lebende Pflanzen und vertragen das Luftleben überhaupt nicht, andere brauchen eine größere, viele andere eine geringere Wasserzuführung; es ist ihnen aber immer eine relativ größere, ständige Wassermenge nötig. Schon Lesquereux (1847 S. 278) hatte konstatiert, daß ein lufttrockner Sphagnumrasen das 17fache seines Gewichts an Wasser aufnahm[1]). Viktor Zailer und Leop. Wilk haben (1907 Separat S. 36) dann gefunden, daß von 100 Teilen lufttrockner Pflanzen aufnahmen:

Sphagnum acutifolium . . .	2010	Teile	Wasser,
» *cymbifolium* . .	2016	»	» ,
» *cuspidatum* . . .	1877	»	» ,
Hypnum stramineum . . .	1751	»	» ,
» *scorpioides* . . .	1521	»	» ,
Polytrichum strictum . . .	371	»	» ,
Carex-Arten	300	»	» ,
Arundo phragmites	235	»	» .

Der Vergleich dieser Zahlen lehrt besser als Worte. Dabei ist zu beachten, daß *Sphagnum cuspidatum* ein Wassermoos ist. Die Sphagnen nehmen danach das 18—20fache ihres Gewichts an Wasser auf. Kommen Sphagnen auch außerhalb der Hoch-

[1]) Näheres und Literaturangaben über das Obige s. bei Schröter, Moore der Schweiz 1904 S. 73.

moore resp. nahrungsarmer Böden und Wässer vor, so sind doch große, reine Bestände fast auf Hochmoore beschränkt, so daß »*Sphagnum*-Moore« schlechtweg immer Hochmoore sind; *Sphagnum*-Flachmoore gibt es nicht, wohl aber Flachmoore untergeordnet mit gewissen *Sphagnum*-Arten. Die Gattung *Sphagnum* bleibt im wesentlichen für das Hochmoor resp. nahrungsschwache Gelände charakteristisch; das ist so bei uns, in Nord-Amerika und überall auf der Erde. H. PAUL[1]) bringt unsere Sphagnen nach ihrem Bedürfnis an mineralischer Nahrung in 3 Gruppen.

1. Ausschließliche Hochmoor-Sphagnen sind *S. rubellum* und *fuscum*, die erste gegen Kalklösungen am empfindlichsten.

2. Vorwiegende Hochmoor-Sphagnen, aber auch auf Zwischenmooren: a) auf weniger nassen Stellen oder Buchten: *S. papillosum*, *molluscum* und *medium*; b) in Schlenken und Torflöchern: *S. cuspidatum*, *Dusenii*; a empfindlicher gegen Kalklösungen als b.

3. Häufiger auf Zwischenmoor resp. im Wald, können aber auch auf Hochmoor vorkommen. Die Arten dieser Gruppe sind die eigentlichen Zwischenmoorsphagna. Wo sie am häufigsten auftreten und am kräftigsten entwickelt sind, kann man von Zwischenmoorbeständen sprechen. Sie sind hier die Vorläufer der Hochmoorsphagna und werden von diesen allmählich abgelöst. Man könnte sie deshalb vielleicht als die einzig wirklichen Zwischenmoorpflanzen bezeichnen«. Sie zerfallen in:

a) Waldsphagna, besonders häufig im Moorwald oder Wald überhaupt: *S. acutifolium*, *quinquefarium*, *Girgensohnii*, *cymbifolium* und *squarrosum*. — b) Zwischenmoorsphagna, »die am liebsten im Zwischenmoor wachsen und sich hier besonders an die Hypneten anschließen.« Repräsentiert durch die *Sphagna subsecunda*; sie vertragen wie a) relativ viel gelösten Kalk. — c) In jeder Moorform mit Ausnahme der kalkreichsten Flachmoore anzutreffende Arten, wie *S. recurvum* und seine nächsten Verwandten, *S. teres*, *subnitens*, *Warnstorfii*.

---

[1]) PAUL, Was sind Zwischenmoore 1907. (S. auch Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1906.)

Der Wert dieser Liste für uns beruht darin, daß sie die relativen Ansprüche der verschiedenen Arten zur Anschauung bringt. Inwieweit jedoch PAULs Zwischenmoorsphagna z. B. für Zwischenmoore in der in dem vorliegenden Buch dargestellten Umgrenzung charakteristisch sind, wäre noch näher zu untersuchen, jedenfalls aber ist es auch — wie wir noch sehen werden — mit den meisten anderen typischen Zwischenmoor-Pflanzen so, daß sie auch auf die Hochmoore hinaufgehen.

Die Sphagnen haben sich dermaßen nahrungsschwachen Böden angepaßt, daß sie — wie u. a. schon SENDTNER behauptet hatte — besonders gegen Kalkcarbonat, das in Wasser gelöst ist, empfindlich sind. H. PAUL hat das näher untersucht[1]). Danach ist die Empfindlichkeit für Kalkcarbonat-Lösungen bei manchen Arten in größerem und bei anderen in geringerem Grade vorhanden. Gegen andere Minerallösungen verhalten sie sich teils ähnlich, teils mehr neutral. Sie scheiden eine Säure aus, mit deren Hülfe sie ihre Ernährung aus den Mineralstoffen der Umgebung bewirken. In den Arten der nährstoffreicheren Standorte (Magnocariceten, Flachmoore) ist die Säure am schwächsten, ihre Bedeutung infolge des reichlicher vorhandenen Nährstoffes weniger wichtig und die Empfindlichkeit gegen alkalische, die Säure abstumpfende Salze daher am geringsten. Die Hochmoorsphagnen, die so gut wie ganz auf die Atmosphärilien und den darin enthaltenen Staub angewiesen sind, besitzen zur Ausnutzung dieses spärlichen Nährmateriales die stärkste Säureentwicklung, die hier demnach für das Leben der Pflanze am wichtigsten ist, so daß die Hochmoor-Torfmoose die höchste Empfindlichkeit gegen abstumpfende Salze zeigen.

Daß die Hochmoorpflanzen durchaus nicht ohne mineralische Nahrung auszukommen und sich nicht ausschließlich von den Gasen der Luft und Wasser zu nähren vermögen, zeigen die chemischen Analysen sowohl des Hochmoortorfes als auch der Hochmoorpflanzen, die mineralische Aschenbestandteile enthalten.

[1]) PAUL, Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache, nebst einem Anhang über die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser. Mitt. d. Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt. 1908.

Die einzige mineralische Nahrung, die den Hochmoorpflanzen zur Verfügung steht, ist diejenige, die sie dem Moorboden, der Asche der vertorften und vertorfenden Pflanzen entnehmen und dem Staub der Atmosphäre, wie das soeben schon angedeutet wurde bei Besprechung des Gehaltes an Säure der Sphagna, »die in um so größerer Menge vorhanden sein muß, je mehr die Sphagna auf die Zufuhr von Nährstoffen durch die Luft angewiesen sind.« (Paul, l. c. S. 108.)

Man sollte nun meinen, daß schließlich der Torf selbst durch diese Zufuhr ein für die Pflanzen leidlich günstiger Boden wird, jedoch enthält der reine Torf die für die lebende Vegetation wünschenswerten Stoffe in Verbindungen, die für die Pflanzen nicht oder so gut wie kaum ausnutzbar sind, wenigstens dort, wo sich der Torf unter seinen natürlichen Verhältnissen befindet, während diese Stoffe nach einer Zersetzung des Torfs infolge von Entwässerung für die Pflanzen besser ausnutzbar werden.

Ernährung der Vegetation.

In Ausführung des oben Gesagten sei zunächst auf die Staubquelle eingegangen.

Mineralischer Staub ist bekanntlich stets in der Atmosphäre vorhanden und oft genug ist er sehr auffällig; es sei nur an die Sand- und Staub-Stürme der Wüsten-, Steppen- und Tundren-Gebiete erinnert. Aber auch dort, wo sich Staub-Niederschläge nicht so kräftig bemerkbar machen, sind sie doch vorhanden, und namentlich dann augenfällig, wenn der Staub plötzlich vom Regen niedergeschlagen wird. Er kommt oft von sehr weit her, wie aus dem nordafrikanischen Wüstengebiet bis nach Norddeutschland. Meist ist er nur mit Zuhülfenahme besonderer Veranstaltungen nachweisbar, aber stets vorhanden.

Die Zahl der Staubteilchen in der Atmosphäre hat vor länger als 20 Jahren John Aitken zu bestimmen versucht. Er hatte die auch von anderen bestätigte Erfahrung gemacht, daß bei der Kondensation übersättigten Wasserdampfes in der Luft die Nebelkörperchen sich auf den Staubteilchen als festen Kernen niederschlagen. Diese Voraussetzung, daß jedes Nebeltröpfchen ein

Staubteilchen als Kern enthält, ist indes, wie H. v. HELMHOLTZ nachgewiesen hat, nicht streng richtig, indem auf die Kondensierung übersättigten Dampfes in der Luft noch andere Momente von Einfluß sind. Gleichwohl kann AITKENS Verfahren dazu dienen, annähernd die Anzahl der Staubteilchen in der Luft zu ermitteln. Dasselbe beruht auf folgender Überlegung: Wird die zu untersuchende Luft in ein Glasgefäß gebracht und mit Wasserdampf gesättigt, alsdann durch Verdünnung mit der Luftpumpe übersättigt, so bildet sich ein Nebel, von dem jedes Tröpfchen ein Staubteilchen als Kern enthält. Durch Zählung der Tröpfchen erhält man die Anzahl der Staubteilchen. Wiederholt man diese Nebelbildung sehr vielmal und zählt man jedesmal die Nebeltröpfchen, so erhält man die Anzahl der Staubteilchen. Sobald die Luft staubfrei ist, findet keine Nebelbildung mehr statt. Letzteres ist aber nur bedingungsweise richtig, indem auch viele Nebeltröpfchen sich ohne festen Kern bilden durch Erschütterung der stark übersättigten Luft. Einige Messungen haben folgende Resultate ergeben:

	Zahl der Staubteilchen im Kubikzentimeter
Außenluft, Regen	32000
» schön Wetter	130000

Mitten auf dem Atlantischen Ozean fand WALTER KNOCHE mit der angegebenen Methode bestimmt den höchsten Staubgehalt zu 3900 pro 1 ccm, den niedrigsten zu 275[1]).

In roherer Weise, aber sehr bequem und instruktiv, kann man (nach G. VON DEM BORNE) den Staub in der Atmosphäre konstatieren durch eine große, mit Glyzerin bestrichene Porzellanschüssel, die man mehrere Stunden dem Winde aussetzt; durch Abwaschen der Schüssel mit destilliertem und filtriertem Wasser sammelt man den angeklebten Staub und kann nach dem Verdampfen des Wassers sein Gewicht bestimmen. (Aus JOH. WALTHER, Vorschule der Geologie 1905 S. 29.)

---

[1]) KNOCHE, Einige Messungen des Staubgehalts der Luft über dem Atlantischen Ozean. Ann. d. Hydrographie u. Maritimen Meteorologie. Berlin 1909 S. 447—449.

Solche Erfahrungen sind für uns insofern wichtig, weil sie darauf hinweisen, daß den Mooren stetig durch die Niederschläge mineralische Staubteile zugeführt werden müssen, wie allen Böden, die von Regen getroffen werden. Diesbezüglich sei auf die bekannte luftreinigende Wirkung von Gewittern aufmerksam gemacht, die auch experimentell von AITKEN bestätigt wurde. Er konstatierte[1]) an einem Tage auf dem Rigi-Kulm vor einem ganz nahen Gewitter ca. 4000 Staubteilchen in 1 ccm Luft, als das Gewitter herannahte (6 Uhr) fiel ihre Zahl auf 3000, um 7 Uhr 10 Min., als das Gewitter nahezu vorüber war, sank die Zahl auf 725.

Sehr bekannt sind die Sandstürme aus den umgebenden Wüstengebieten am Roten Meer. Oft genug aber ist Staubfall auch ohne weiteres sowohl auf Hochmooren als auch auf dem Meere weit entfernt von den Kontinenten nachweisbar. So begegnete der Passagierdampfer »Prinz Eitel Friedrich« der Hamburg-Amerika-Linie Ende Januar 1905 auf seiner Reise von Santos nach Hamburg, unweit der Cap Verdischen Inseln in etwa 400 km Entfernung von der afrikanischen Küste einer von dieser herüberwehenden Staubwolke von großer Ausdehnung und Dichtigkeit. Die Luft wurde so dick, daß der die Straße zwischen St. Antonio und St. Vincent ansteuernde Dampfer seinen Kurs ändern und ihn westlich um St. Antonio herum nehmen mußte. Trotz des veränderten Weges und der wachsenden Entfernung vom Lande kam der Dampfer erst nach 40 Stunden aus der Staubwolke, während welcher Zeit sich das Deck mit einer dichten Staubschicht bedeckt hatte[2]). Hervorragendere Staubfälle sind aber durchaus nichts Ungewöhnliches; CH. DARWIN hat vielmehr schon gezeigt[3]), daß alljährlich während 4 Monaten eine große Menge Staub von dem nordwestlichen Afrika durch den Wind sehr weit in den Atlantischen Ozean hinausgeführt wird.

---

[1]) Vgl. die englische Zeitschrift »Nature« 1892 Bd. 45 p. 299.

[2]) Vgl. auch z. B. E. HERRMANN, Die Staubfälle vom 19.—23. Februar 1903 über den Nordatlantischen Ozean, Großbritannien und Mitteleuropa. Ann. d. Hydrographie u. Maritimen Meteorologie. Berlin 1903 p. 425 ff. In dieser Zeitschrift auch sonst mehrfach Nachrichten zu dem Gegenstande

[3]) Besprechung des feinen Staubes, der oft auf Schiffe im Atlantischen Ozean fällt. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1846.

Die äolischen Löß-Ablagerungen Norddeutschlands, Canadas und Chinas sind ferner Beispiele, wie gewaltig auf den Kontinenten Staub-Ansammlungen mit der Zeit werden können und gelegentliche größere und dadurch auffällige Staubfälle erläutern uns, daß der Staub überall hinkommt. So der große Staubfall im Jahre 1901[3]. Ein riesiger Sturm hob in der Wüste südlich von Tunis ungeheure Massen von Staub empor und führte sie mit einer Geschwindigkeit von 70 km in der Stunde nach Norden. Hierbei fielen die quarzreicheren, schwereren Mengen zuerst nieder, so daß man die Menge des in Nordafrika gefallenen Staubes auf 150 Mill. Tonnen berechnen konnte. Die feineren Staubteilchen wurden bis nach der Ostsee getragen, und wurden auf ihrem Weg durch sehr verschiedenartige Kräfte zu Boden geführt. Ein Teil fiel als trockner Staub nieder, andere Mengen wurden durch Regen (Blutregen) und eine nicht unbeträchtliche Menge durch Schnee herabbefördert.

Große Mengen von Salzstaub wurden[1] bei einem gewaltigen Sturm am 22. Dezember 1894 tief im Innern Englands beobachtet. Selbst in Birmingham wurden noch Pflanzen, ja selbst Fenster von einer Salzkruste überzogen. Das Salz stammte von den in der Luft zerstäubenden Wellen der Meeresbrandung und war vom Sturm bis in diese Gegenden mitgerissen worden. Prof. Dr. O. Mügge in Münster teilte ferner der deutschen Seewarte mit[2], daß er am Morgen des 23. Dezember die Fensterscheiben von einer weißlichen Masse überzogen gefunden habe, welche er als einen Salzrückstand der in der Nacht gefallenen Regentropfen erkannt habe, und welche natürlich denselben Ursprung hatte, wie die in England beobachteten Salzkrusten. Der Münster zu-

[1]) Vgl. Hellmann und Meinardus, Der große Staubfall vom 9.—12. März 1901. Abt. d. K. meteorol. Instituts Berlin II Nr. 1. — Häpke in den Abhandl. des naturw. Vereins zu Bremen 1912. — J. Walther, Der große Staubfall von 1901 und das Lößproblem. Naturw. Wochenschr. vom 20. Sept. 1903 Nr. 51 S. 603—605.

[2]) Nach einer Mitteilung in Symon's »Monthly Meteorological Magazine« Januarnummer 1905.

[3]) Vgl. Ann. d. Hydrogr. u. marit. Meteorol. (Aprilnummer 1895) in einem Aufsatz von W. Köppen über den »Sturm vom 22. Dezember 1894«.

nächstliegende Teil des Meeres, die Küste der Zuyder-See, ist nicht weniger als 135 km entfernt.

Besonders augenfällig sind Staubmassen auf Eis, so weit entfernt vom Lande, daß man, wie NORDENSKIÖLD für Grönland, an Meteorstaub gedacht hat. Aber auch auf Hochmooren selbst kann man unter Umständen trotz der den Staub so ungemein leicht verdeckenden dunklen Farbe des Torfes Verstaubung mit bloßen Augen beobachten. So schreibt P. VAGELER[1]: »Ein gutes Beispiel für ein »verstaubtes« Hochmoor bietet Karolinenfeld (im südl. Bayern). Der ganze Torf ist mit Glimmerblättchen durchsetzt.«

Eine wichtige Tatsache — worauf u. a. WILH. GRAF ZU LEININGEN mit Recht aufmerksam macht[2]) — ist die Filterwirkung randlicher Waldbestände von Hochmooren für den durch Horizontalwinde mitgeführten Staub, wodurch in solchen Fällen eine Anreicherung am Rande stattfindet.

Wegen des überall in der Luft vorhandenen Staubes ist das atmosphärische Wasser schon deshalb niemals rein H_2O. Selbst wo nur minimale Staubmengen mitkommen, enthält es doch immer auch Spuren von O, CO_2, N, Ammoniak und Salzen, sogar mitten auf den Ozeanen. Nach Angaben in der Literatur schwankt der Gehalt im Regenwasser und zwar nach Wässern, die inmitten der Ozeane und vom Lande herstammen, je nach dieser Herkunft zwischen den Zahlen:

0,2 – 0,7 O, 0,6 – 1,4 N, 0,0 – 0,6 CO_2 in 100 ccm Wasser.

Also auch in Wasser lösliche Verbindungen nimmt das Regenwasser aus der Luft auf und zwar kann das N-Bedürfnis der Pflanzen dadurch zum Teil befriedigt werden. A. LÉVY[3]) hat gezeigt, daß der Gehalt der meteorischen Wässer an Ammoniakstickstoff größer ist als an Nitratstickstoff, wie aus folgenden Durchschnittswerten, zu denen er durch 16jährige Beobachtungen (1876—1891) gelangt ist, hervorgeht. Die mittlere Ammoniak-

[1]) VAGELER, Untersuchungen über den Kaligehalt des Moorbodens. Bernau 1904, S. 5 (des Separatabzuges).

[2]) LEININGEN, Die Waldvegetation präalpiner bayerischer Moore. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch., München 1907 S. 18 des Separats.

[3]) LÉVY, vergl. WOLLNY's Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 1894 Bd. XVII S. 217 u. 218.

stickstoffmenge beträgt hiernach, pro Liter berechnet 1,88 mg, pro ha berechnet 0,863 kg; die mittlere Nitratstickstoffmenge, pro Liter berechnet 0,71 mg, pro ha berechnet 0,327 kg. Durch nachstehende Zahlen zeigt der genannte Autor, daß die Wässer während der kälteren Jahreszeit an Stickstoff reicher sind, als während der wärmeren, trotzdem im ersten Falle die Niederschlagsmenge eine geringere ist als im letzten:

	Niederschlagshöhe	Gebundener Stickstoff pro Liter
November—April . . .	246,0 mm	2,83 mg
Mai—Oktober	304,5 »	2,43 »

Dies findet seinen Grund darin, daß die Niederschläge während der kälteren Jahreszeit, welche als Nebel, Schnee, Tau und Reif auftreten, sich durch einen hohen Gehalt, besonders an Ammoniakstickstoff, auszeichnen. Während im Mittel ein Gehalt von 1,88 mg Ammoniakstickstoff und 0,71 mg Nitratstickstoff gebunden wurde, enthielten Nebelwässer im Mittel an Ammoniakstickstoff pro Liter 24,7 mg, an Nitratstickstoff nur 0,7 mg, und Reifwasser an Ammoniakstickstoff pro Liter 10,6 mg, an Nitratstickstoff 1,0 mg.

Hinsichtlich der absoluten Menge des in den Niederschlägen zugeführten Stickstoffs ergibt sich während der wärmeren Jahreszeit ein kleiner Überschuß im Vergleich zur kälteren. Dies erhellt aus folgenden Zahlen:

	Niederschlagshöhe	Stickstoff pro ha
November—April . . .	246,0 mm	6,935 kg
Mai—Oktober	304,5 »	7,348 »

Die dem Boden zugeführte Stickstoffmenge steigt demnach mit der Niederschlagshöhe, während der prozentische Stickstoffgehalt zu letzterer in einem umgekehrten Verhältnis steht. Demgemäß ist die Niederschlagsmenge für die Stickstoffmenge vornehmlich maßgebend, welche dem Boden zugute kommt.

Der geringen Nahrungsmenge, die der Hochmoorvegetation aber dennoch im ganzen zur Verfügung steht — da die im Torf sich anreichernde N-Menge (1—2 v. H. der Trockensubstanz) in Verbindungen vorhanden ist, die die Pflanzen nicht auszunutzen

vermögen — entsprechen besondere Eigentümlichkeiten im Bau und Leben von Hochmoorpflanzen, die gerade offenbar in erster Linie um des Stickstoffs willen vorhanden sind, den zu gewinnen für diese Organismen sehr nützlich ist. Am merkwürdigsten erscheint diesbezüglich der Insektenfang durch die Laubblätter, wie das u. a. bei *Drosera* der Fall ist, die sich durch ihre Carnivorie von der sonst dem Boden entnommenen Nahrung unabhängig gemacht hat. Außer *Drosera* ist bei uns als Moorpflanze resp. Art, die auf nahrungsarmen Böden wächst, zu nennen *Pinguicula vulgaris* und ferner ist im Wasser auf die Arten von *Utricularia* hinzuweisen. »Indessen kommt — so sagt A. F. W. SCHIMPER[1]) — die fleischfressende Flora unserer Moore neben derjenigen der nordamerikanischen gar nicht in Betracht. So sah ich auf den Hochmooren von Massachussets, außer großen *Droseren*, *Sarracenia purpurea* und die bodenbewohnende *Utricularia cornuta* einen wesentlichen Teil der Vegetation bilden, und in Florida stattliche Insektenfresser, wie *Pinguicula lutea*, *elatior* und *pumila*, *Sarracenia variolaris* die Moorvegetation geradezu beherrschen. Außerhalb der Moore bewohnen die fleischfressenden Pflanzen vorwiegend sterilen Sand, also ein Substrat, welches, wie der Torfboden, durch große Armut an Nährstoffen ausgezeichnet ist.«

Es ist sehr leicht, sich davon zu überzeugen, daß die carnivoren Pflanzen energisch stickstoffhaltige animalische Nahrung aufnehmen. Wenn man ein Stückchen Moorboden (Moos usw.) mit *Drosera* oder der freilich mehr auf zwischenmoorigen Böden lebenden *Pinguicula* in stagnierendem Wasser kultiviert und die Blätter mit kleinen Stücken von hartgekochtem Hühnereiweiß belegt (zur Kontrolle sind auch daneben auf den Boden ebensolche Stückchen zu tun), sieht man — z. B. bei *Pinguicula* schon über Nacht — das Eiweiß erweichen und schließlich verschwinden, indem es vom Blatt aufgenommen wird (während die Stücken auf dem Boden völlig intakt bleiben).

Weil ich selbst im Hinblick auf meine Moorstudien das Vorkommen von *Sarracenia purpurea* näher in Canada beobachtet habe, sei auf diese noch etwas näher eingegangen. Sie ist im östlichen

---

[1]) SCHIMPER, Pflanzengeographie. Jena 1898 S. 695.

Waldgebiet Canadas häufig und kommt an wenig nahrungsreichen, nassen Stellen zwischen *Sphagnum* vor, so insbesondere in *Sphagnum*-Polstern am Rande nahrungsschwacher Seen. Die krugförmigen Blätter der *Sarracenia*, der »pitcher plant«, Kannenpflanze, enthalten in ihrer Höhlung eine Flüssigkeit, in jedem Kruge etwa soviel wie in einem kleinen Weinglase. In dieser Flüssigkeit findet man oft zahlreiche Insekten ertrunken, da die Krüge wie treffliche Fallen eingerichtet sind. Da nun aber bei dieser Pflanze verdauende Enzyme nicht vorhanden sind, wird man besonders geneigt sein, für die Pflanze einen gewissen Vorteil darin zu finden, daß sie durch den Zerfall der alten Krüge, in welchen sich die Insektenreste befinden, vermöge der Wurzeln die von den Tierresten gebotene Stickstoffnahrung zu benutzen imstande sind, wobei dann das Fangen der Tiere zur Erzeugung von Dung in Beziehung stehen würde. Freilich wird außerdem von der sich zersetzenden Substanz der gestorbenen Tiere, soweit sie dabei verflüssigt wurde, auch durch die Kannenwandung aufgenommen. Wird die Mooroberfläche, um sie in Kultur zu nehmen, abgebrannt, so sieht man auf dem zurückgelassenen schwarzverkohlten Boden überall die zum Teil noch grünen oder roten, vom Brande stark angegriffenen Rosetten der pitcher plant. Das habe ich sehr auffällig bei Ottawa auf dem Mer bleue genannten Hochmoor beobachtet. Erst dann nimmt man wahr, wie häufig die Pflanze ist, die im lebenden Moore oft fast ganz im Sphagnumrasen versteckt lebt, so daß die Röhren oft wahre Fallgruben in der von *Sphagnum* gebildeten Bodenoberfläche darstellen. Daß die Pflanze nach dem Moorbrennen so auffällig stehen bleibt, während alles andere verbrennt oder sich schwärzt, wird in dem großen Flüssigkeitsgehalt der krugförmigen Blätter begründet sein. Die Flüssigkeit in den Kannenblättern wird von Leuten, die ein Moor durchkreuzen, gelegentlich getrunken, daher wohl auch der Name Soldier's Drinking Cup, den man gelegentlich hört.

Dann ist noch als Eigentümlichkeit nahrungsarmer Böden, also auch von Hochmoorböden, zu erwähnen, daß die sie bewohnenden Pflanzen gern »Wurzelknöllchen« besitzen. Das ist der Fall bei *Lycopodium inundatum*, nach Tubeuf (1903) bei allen

Ericaceen, *Myricale Gale*, auch bei *Alnus glutinosa* usw. Die in Rede stehenden Knöllchen enthalten Bakterien, »Knöllchenbakterien«, die Stickstoff aufzunehmen vermögen. Durch ihre Vermittlung wird eine zweckdienlichere Ernährung der Moorpflanzen zur Gewinnung von Stickstoff aus der Luft ermöglicht, indem diese »Stickstoffbakterien« den gasförmigen Stickstoff der Atmosphäre zu binden und für die höheren Pflanzen nutzbar zu machen wissen. Das Zusammenleben, die Symbiose, der Bakterie und der höheren Pflanze ist wohl — sagt u. a. HUGO FISCHER[1]) — »ursprünglich phylogenetisch, als eine Art Krankheit (analog den vielen Gallenbildungen) aufzufassen, aus welcher dann allmählich eine wichtige Quelle der Ernährung geworden ist. Mit Stickstoff gut ernährte Pflanzen sind immun gegen die Infektion, die nur in stickstoffarmem Boden zustande kommt.« Auch J. PEKLO[2]) vergleicht die Knöllchen mit Gallenbildungen. Freilich wird von A. MÖLLER (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1906) die angegebene Funktion der Wurzelknöllchen bezweifelt: er hat experimentell verschiedene Bäume mit Knöllchen kultiviert und gefunden, daß sie bei N-Mangel im Boden eingingen. CHARLOTTE PERNETZ hat aber neuerdings wahrscheinlich gemacht[3]), daß die Ericaceen einer wenn auch geringen Assimilation von freiem Stickstoff vermöge ihrer Wurzelpilze fähig sind.

Da insektivore Pflanzen und Parasiten niemals Mykorhizenbildung zeigen, so würde nach STAHL der Nährsalzerwerb nicht autotropher grüner Pflanzen auf dreierlei Weise zustande kommen: entweder durch Vergesellschaftung mit Pilzen oder durch Insektenverdauung oder drittens durch Schmarotzertum.

Besonderer Bau der Vegetation.

Wie alle ausdauernden Pflanzenarten, die einem sich anhöhenden Boden angepaßt sind, wie z. B. typische Dünenpflanzen, so zeigen auch die typischen Arten der Hochmoore Etagenbau,

---

[1]) Naturwiss. Wochenschr. 1907.

[2]) Die pflanzlichen Aktinomykosen. Zentralbl. f. Bakteriologie 1910.

[3]) PERNETZ, Über die Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs durch Pilze. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907 S. 353—408.

jedenfalls die Fähigkeit, wenn *Sphagnum* mit seinem ausgiebigen Spitzenwachstum emporwächst, ebenfalls in der *Sphagnum*-Decke mitzuwachsen oder durch Erzeugung hochgelegener Seitensprosse mehr oder minder Schritt zu halten wie *Andromeda polifolia*. Etagenbau ist besonders ausgeprägt bei *Scirpus caespitosus, Eriophorum vaginatum, Drosera*, Bd. II, Fig. 21 u. 22, *Sarracenia purpurea* usw. Ausführlicheres wurde bereits II. S. 149—153 mitgeteilt.

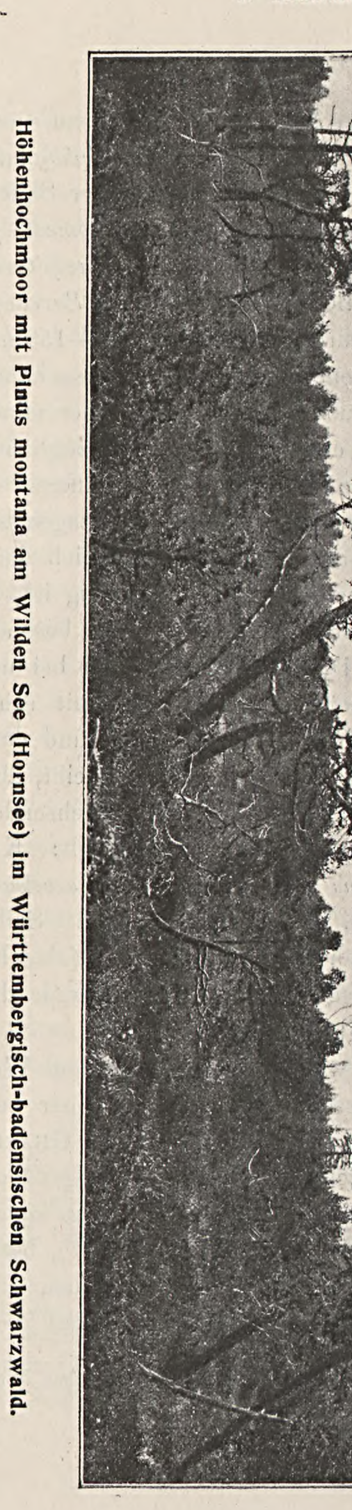
Indes neben Pflanzentypen, die wie die vorausgenannten den Verhältnissen, wie sie Hochmoore bieten, mehr oder minder vollkommen angepaßt sind, gibt es andere, die diesbezügliche Anpassungen nicht aufweisen; insbesondere fehlt den Bäumen, die auch auf die Hochmoore übergehen, die Fähigkeit, Etagen zu bilden und, wie dies bei Flachmoorbäumen — namentlich der Tropen und u. a. auch bei *Taxodium distichum* — auffällig ist, sich den für das Wurzelleben notwendigen Sauerstoff durch besondere Einrichtungen zu verschaffen. Diesbezüglich verdient bei uns *Pinus silvestris* eine besondere Erwähnung, die zwar mit sehr wenig anorganisch mineralischer Nahrung vorlieb nimmt und daher auch auf Hochmoorböden wenn auch weniger kräftig gedeiht, aber durch den Mangel der erwähnten Fähigkeit in gut aufwachsenden Hochmooren sehr klein bleibt und im Alter verkrüppelt: Krüppelkiefer, auch *Betula pubescens* und seltener *Picea excelsa* tritt bei uns als Krüppelbirke resp. Krüppelfichte auf. Selbst *Pinus montana* kommt auf Hochmoor in Krüppelformen (als »Kusseln«) vor, wie unsere Fig. 4 veranschaulicht, obwohl gerade diese Einbultung weitergehend verträgt.

Unsere Kiefer ist aber, wie es scheint, auf dem Wege, sich dem Hochmoorleben anzupassen durch Bildung einer besonderen Form: einer Moorkiefer. Ich habe Herrn Dr. Graebner um Auskunft über diese Form gebeten, die ich im Folgenden wiedergebe[1]). Dieser Florist sagt: »Die Moorkiefer, *Pinus silvestris var. turfosa* (Woerlein, Bayer. Bot. Ges. III [1893] 181), besitzt meist wie die Fichte einen aufrechten Mitteltrieb, von dem die Seitenäste wagerecht oder fast wagerecht abstehen, so daß die unteren

---

[1]) Ich habe dieselbe auch in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift 1899 Bd. XIV No. 46 S. 545 zum Abdruck gebracht.

Figur 4.



Höhenhochmoor mit Pinus montana am Wilden See (Hornsee) im Württembergisch-badensischen Schwarzwald.

dem Boden fast aufliegen. Die ganze Pflanze macht den Eindruck eines stumpfen Kegels oder rundlichen Busches. Die meisten Exemplare sind nicht viel über mannshoch, selten erreichen sie 2 bis 4 m Höhe. Die einzelnen Zweige oder Triebe, deren jährlicher Zuwachs selten mehr als 9 bis 10 cm beträgt, zeigen einen sehr kräftigen und gedrungenen Wuchs und sind ungemein dicht mit starken und starren blaugrünen ca. 4 bis 4,5 cm langen Nadeln besetzt, die sich nach der Spitze zu nicht verjüngen, sondern sich häufig verbreitern und dann plötzlich in eine scharfe Spitze ausgezogen erscheinen. Die Zapfen sind kaum halb so groß als die der gewöhnlicher Kiefer (2,5 cm lang und ca. 1,5 cm breit), ziemlich schlank und spitz-kegelförmig. Die Apophysen der unteren Schuppen sind oft hakenförmig nach dem Grunde des Zapfens zurückgekrümmt (f. *hamata* STEVEN Bull. Soc. Bot. Mosc. XI [1838] 52). Die weiblichen Blütenstände stehen nicht selten im rechten bis stumpfen Winkel von den Ästen ab, sind aber wie bei der normalen Form gestielt. — Ich habe hier diese ausführliche Beschreibung gegeben, weil die Form gerade bei geologischen Untersuchungen der Moore eine Rolle spielt und leicht mit der Bergkiefer (*Pinus montana*) verwechselt werden kann. *P. montana* ist gewöhnlich schon an den breiten stumpfen ungestielten Zapfen erkennbar. — Nun scheint mir indes jetzt ganz zweifellos, was ich früher (Schriften Naturf. Ges. Danzig IX [1895] 334) bereits hypothetisch aussprach, daß die auf Heide-Mooren[1]) wachsenden niedrigen Kieferformen zwei ganz verschiedene Dinge darstellen. Daß die einen nämlich die oben beschriebene Form bilden, die entschieden einen ziemlich hohen systematischen Wert besitzt und durchaus beständig zu sein scheint, die übrigen dagegen nichts sind, als durch ungünstige Standortsbedingungen verkrüppelte Exemplare der typischen Form der gemeinen Kiefer. Diese zeichnen sich durch kurze, bereits im zweiten Jahre abfallende Nadeln, schwachen Wuchs, fehlende oder doch keine entwickelte Samen tragende Zapfen und sehr häufig durch eine gelbe Farbe des Laubes aus, die ihnen in der Lausitz den Namen der »Pomeranzen-Bäume« eingetragen hat. Während also die Form

[1]) Wo G. hier »Heidemoor« sagt, ist Hochmoor gemeint. — P.

turfosa auf den Heidemooren ihren normalen Standort hat und dementsprechend kräftig und normal gedeiht, zeigt die zweite alle Anzeichen der Verkümmerung und Erkrankung. — Eine Erscheinung, wie wir sie bei Heidepflanzen oft finden (vergl. ENGL. Bot. Jahrb. XX [1895] 636), nämlich daß dieselbe Art ebenso an ganz trockenen, als an ganz nassen Orten gedeiht, bemerken wir auch

Figur 5.



Ein Kiefernstubben im Sandboden, aufgegraben, um die wesentlich senkrecht herabgehenden Wurzeln zu zeigen.

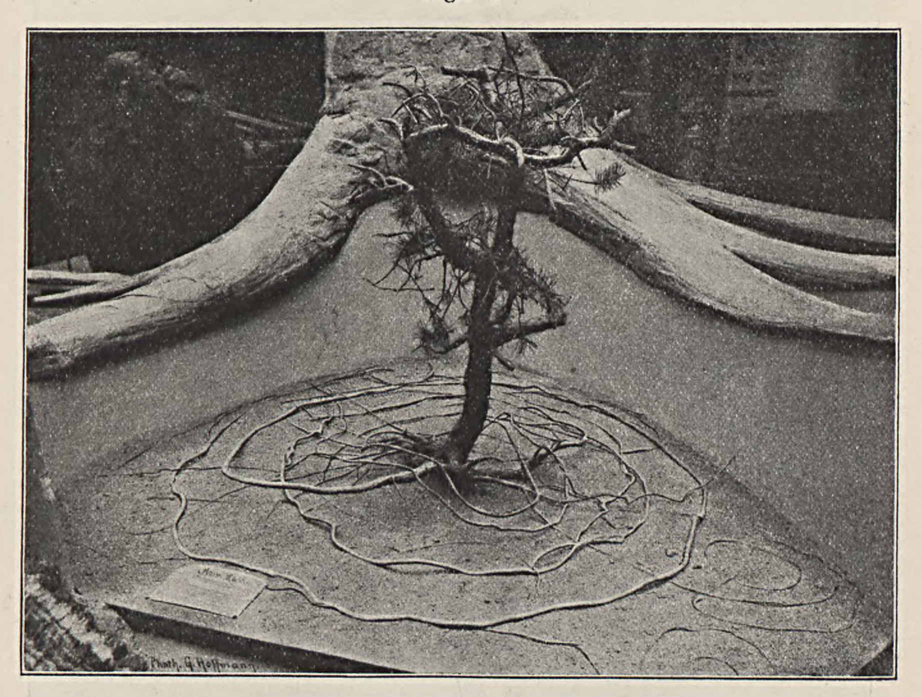
Ihenhorster Forst im Memel-Delta.

an den Moorkiefern, wir finden die Form in gleicher Ausbildung auf den Dünen der Ostsee, im Flugsande und an den heidigen Stellen. Die Pflanzen unterscheiden sich in nichts von der Form der nassen Moore.«

Das Wurzelwerk der auf lebendem Hochmoor wachsenden *Pinus silvestris* weicht in seiner Ausbildung beträchtlich von demjenigen in Böden ab, die nicht dauernd naß sind. Die Kiefer ist

in trockeneren und trocknen Böden, d. h. normal, ein Tiefwurzler, Fig. 5. Auf Hochmoor lebende Individuen haben jedoch ein durchaus horizontales Wurzelwerk und die einzelnen Wurzeln können trotz des Kleinbleibens der Bäume ganz überraschend lang werden: hier sind die Bäume Flachwurzler (Fig. 6). Wegen dieser Ausgestaltung und bei der Festigkeit des Holzes, die sich durch

Figur 6.



Krüppelkiefer von einem Seeklima-Hochmoor, um die horizontal streichenden, sehr langen, (an dem photographischen Objekt zur Platzersparnis spiralig um den Fuß des Stammes gelegten) Wurzeln zu veranschaulichen.

das sehr langsame Wachstum ergibt, finden gelegentlich (z. B. in Pommern) die Wurzelstöcke von *Pinus silvestris* aus dem Torf zum Fundamentieren von Moorhäusern Verwendung. Die Wurzeln der Moor-Kiefern sind außerdem meist Brettwurzeln: sie erscheinen wie seitwärts zusammengedrückt, Fig. 7. In diesem besonderen

Bau, der als normale Erscheinung auch von tropischen Bäumen des Regenwaldes her bekannt ist, mag sich das Bestreben der Wurzel kund tun, mit der Bodenanhöhung ebenfalls emporzukommen, um in die Nähe des Sauerstoffs zu gelangen. Da sich

Figur 7.



Kiefernstubben aus dem Hochmoortorf nördlich von Triangel (Lüneburger Heide), namentlich aus den »Grenztorf-Horizonten«.

die Wurzeln nicht nach Maßgabe des Emporwachsens der *Sphagnum*-Decke in eine immer wieder günstigere höhere Lage zu bringen vermag, wächst sie wenigstens oberseits, so weit es ihr möglich ist, mit, indem wesentlich nur dort, in der Nähe des at-

mosphärischen Sauerstoffs eine Dickenzunahme erfolgt, d. h. die Wurzeln sind exzentrisch gebaut und zwar epinastisch (wie die Brettwurzeln der Bäume des tropischen Regenwaldes). Es zeigt sich in dieser Ausbildung deutlich das Bestreben der Wurzel, in die Sauerstoff-Nähe zu gelangen oder — wenn man diesen Ausdruck vermeiden will — die Sauerstoff-Nähe und infolgedessen das größere verfügbare Sauerstoffquantum befördert das Wachstum. Würde das an den Kiefernwurzeln so weit gehen, daß die Oberseite oder doch wenigstens einzelne Partien derselben an die Oberfläche über die *Sphagnum*-Decke hinaus zu gelangen vermöchten, so würden die Wurzeln durch solche hervorragenden Teile atmen können. Die Fähigkeit, Brettwurzeln bilden zu können, deutet jedenfalls darauf hin, wie man sich die Entstehung von Atemwurzeln wie bei *Taxodium distichum* wird vorzustellen haben.

Die ungemeine Länge der Horizontal-Wurzeln ist offenbar mit bedingt durch die geringe Nahrung, die der Kiefer auf jungfräulichem Hochmoor-Boden zur Verfügung steht, wodurch sie veranlaßt werden, die Nahrung in einem großen Umkreise zu suchen. Allein die Anstrengung, die *Pinus silvestris* durch die besondere Ausbildung ihres Wurzelwerkes macht, um den für sie ungünstigen Boden-Bedingungen gerecht zu werden, genügen doch in dem Kampfe mit dem aufwachsenden *Sphagnum*-Rasen nicht. Denn im Schutze der Kiefern und auch von Sträuchern (besonders Ericaceen) wachsen gewisse Sphagna an den Stämmen in die Höhe und bringen durch diese »Einbultung« die Kiefern und Bäume überhaupt zum Absterben, die ebenso wenig wie die meisten anderen Bäume des trockenen Landes den Abschluß der unteren Stammteile von der Luft vertragen können beziehungsweise die ständige Feuchtigkeit oder Nässe an diesen Teilen, die eine Degenerierung der Rinde zur Folge hat. Die Gärtner wissen das sehr gut und lassen zwischen Baumstammbasis und Umgebung einen freien Raum, wo ein bemerkenswerter Baum erhalten bleiben, dabei aber die Umgebung, z. B. eine Straße, erhöht werden muß[1]).

[1]) Vergl. z. B. C. Bouché, Über Tiefpflanzen von Bäumen. (Monatsschrift d. Ver. zur Beförd. d. Gartenbaues. Berlin 1880 S. 212 ff.)

Ist jedoch trotz Eindeckung der Stammbasis die Luftzirkulation nicht wesentlich gestört, so wachsen z. B. Kiefern weiter wie Exemplare davon auf der Kurischen Nehrung, die von lockerem Dünensand bis mehrere Meter hinauf eingedeckt worden sind, nicht in gleichem Maße und nicht so schnell darunter leiden, wenn sie auch gegenüber nicht verschütteten leicht krank aussehen durch dichten Flechtenbehang, der immer ein Zeichen des Niederganges ist, und durch kurze Jahrestriebe, wie ich das u. a. gut bei Schwarzort auf der Kurischen Nehrung beobachten konnte[1]). Es gibt aber auch Bäume, die noch eine nachträgliche Eindeckung der Stammbasis mehr oder minder vertragen und in entsprechender Höhe neue Wurzeln zu bilden vermögen, wie u. a. die oft auf Zwischenmooren der Nordhälfte von Nordamerika vorkommende *Thuja occidentalis*.

Xerophiler Bau der Vegetation.

Im ersten Augenblick überraschend erscheint insbesondere die **Xerophilie** vieler Hochmoor- und Zwischenmoorpflanzen, d. h. der für Trockenheit angepaßte Bau, bezw. das Vorhandensein von Vorrichtungen an diesen Pflanzen, die sie befähigen, die Verdunstung wesentlich zu vermindern. Unsere Hochmoorpflanzen kann man danach scheiden in **obligatorische** (ständige) und **fakultative** (zeitweilige) **Xerophyten**, denn die in Betracht kommenden Arten verdunsten entweder stets nur wenig Wasser wie echte Steppenpflanzen, während andere unter für sie günstigen Umständen relativ viel Wasser verdunsten, aber durch besondere Einrichtungen, die sie aufweisen, imstande sind, unter ungünstigen Verhältnissen die Verdunstung wesentlich herabzudrücken. Xerophilie spricht sich in dem derben Bau der Blätter aus (Ericaceen usw.), in ihrer Kleinblättrigkeit, starken Behaarung, in ihrem gedrungenen und gern rasenförmigen Wachstum usw. Übersichtlich kommen die folgenden Eigentümlichkeit in Erwägung:

Rasenförmiges, dichtes Aufwachsen zum gegenseitigen

[1]) Vergl. hierzu R. Hilbert, Eine naturw. Wanderung üb. die kurische Nehrung. (Naturw. Wochenschrift vom 10. September 1905 Fig. 15 auf S. 584.)

Schutz der Organe. Freilich gehen die Rasen beim Etagenbilden auf Hochmooren auseinander, aber dann stehen doch die einzelnen Stengel in engstem Verbande mit *Sphagnum* und bilden so einen gemeinsamen Rasen.

Pflanzen niedrig, niederliegend, oder wie *Vaccinium Orycoccos* kriechend, vollständig dem Boden aufliegend, zum Schutz gegen Austrocknung etwa durch den Wind.

Verkleinerung der Körperoberfläche, z. B. durch Bildung weniger zylindrischer Blätter wie bei *Carex dioica* und *chordorrhiza*, oder gänzliche Unterdrückung von Laubblättern wie bei *Scirpus caespitosus* mit bloßen schuppenförmigen Blättern und zylindrischen grünen Halmen. Bei *Eriophorum vaginatum*, die bis ins Arkticum geht, haben wir fadenförmige, auf dem Querschnitt elliptische Blätter wie bei allen diesen Arten mit starker Cuticula ebenso wie bei den Stengeln, die die Assimilation mit besorgen. Hand in Hand damit geht bei solchen Arten

die schwache Ausbildung des Durchlüftungssystems. Gerneck (Göttinger Dissertation von 1899), der Pflanzen in Nährlösungen zog, konstatierte bei Weizen in kochsalzhaltiger Lösung, die natürlich die osmotische Wasseraufnahme durch das Wurzelwerk erschwert, in den Blättern eine Vermehrung der Pallisadenzellen, stärkere Verdickung der Epidermis und Abnahme der Interzellularen. Damit bestätigte er Angaben und Versuche von Schimper und Lesage.

Immergrüne Pflanzen, d. h. Laubblätter mehrere Jahre an der Pflanze verbleibend. Es kann dadurch jeder Augenblick, der vermöge der Außenbedingungen die Assimilation gestattet, ausgenutzt werden (Ericaceen). Dabei sind die

Blätter »lederig« mit dicker Cuticula versehen, die trefflich geeignet ist, vor Austrocknung zu schützen. Bei der relativen Menge von Hochmoor-Pflanzen mit solchen oder doch mehr oder minder harten Blättern ist eine Aufzählung zu entbehren, jedoch sei besonders darauf hingewiesen, daß auch Arten, die sonst weichere Blätter besitzen, sofern sie regelmäßige Gäste auf Hochmooren sind, ebenfalls die Neigung haben, mehr oder minder lederige Blätter zu bilden. Ein treffliches Beispiel hierfür ist die *Be-*

tula carpathica, jene strauchig bleibende Form mit lederigen Blättern von *Betula pubescens*. *Betula nana* hat ganz lederige Blätter und die typische *Betula pubescens* hat behaarte Blätter und Zweige mindestens in der Jugend, wenn die Organe am meisten des Schutzes bedürfen. Gelegentlich sind die

Blätter anliegend wie bei *Calluna vulgaris*.

Die Verschleimung der epidermalen Innenwände, die gelegentlich vorkommt, so bei *Empetrum*, ist ein Mittel zur Herabsetzung der Verdunstung oder wirkt — nach anderer Auffassung — als Wasserbehälter.

Eingesenkte und durch Vorwölbungen geschützte Spaltöffnungen. »Bei *Carex limosa* sind mit Ausnahme der Schließzellen und deren schmale Nebenzellen sämtliche Epidermiszellen des Blattes mit Ausstülpungen versehen. Auf der unteren Blattfläche, wo allein sich Spaltöffnungen vorfinden, sind dieselben bedeutend länger« und zwar »wendet sich immer die (Ausstülpung), welche von einer unmittelbar oberwärts einer Spaltöffnung gelegenen Epidermiszelle entspringt, so weit rückwärts, bis sie sich mit der ihr entgegenstrebenden Ausstülpung der Epidermiszelle unterhalb derselben Spaltöffnung berührt« (G. VOLKENS[1]).

Die Behaarung der Blätter, z. B. der Blattunterseite von *Ledum* und stäbchenartige Fortsätze, die den Spalt bedecken, der die Blatthöhlung von Empetrum mit der Außenwelt verbindet, ebenso der weiße Wachsüberzug der Blattunterseite von *Vaccinium oxycoccos* und *Andromeda polifolia* und auf den Blättern von *Vaccinium uliginosum* sind nicht nur Mittel gegen Nässe, die die Atemöffnungen verstopfen kann, sondern setzen auch die Verdunstung herab. GERNECK (l. c. 1899) hat auch experimentell in der S. 37 angegebenen Weise, d. h. beim Kultivieren von Weizen in kochsalzhaltiger Lösung eine überreiche Wachsausscheidung an Blättern, Halmen und im Blütenstande beobachtet. Hierher gehört auch die starke wollige Behaarung von *Salix Lapponum*, vielleicht auch die schildförmigen Haare von *Andromeda calyculata*. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß *Viola epipsila* der Zwischen-

[1]) VOLKENS, Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane. Jahrb. d. K. bot. Gart. zu Berlin 1884.

moore behaart, die sehr nahe verwandte *V. palustris* hingegen kahl ist.

Die Fähigkeit, die beiden Blatthälften längs ihrer Mittellinien nach aufwärts zusammenzulegen, findet sich bei *Carex*-Arten. »Wenn die Blatthälften sich einander nähern, entsteht eine Art »windstiller« Raum«, welcher durch die hervorstehenden Papillen und Längsrippen der Blattoberseite noch wirksamer zur Verminderung der Transpirationsintensität beitragen muß. Am deutlichsten wird dies bei Arten wie *Carex aquatilis* und *C. vulgaris* var. *juncella*, welche ausschließlich oder ganz vorwiegend Spaltöffnungen nur an der Blattoberseite tragen« (KIHLMAN[1]).

Blätter eingerollt oder zur Einrollung befähigt, wie bei *Polytrichum strictum* zum Schutz der assimilierenden und dünnwandigen Zellen der Blattmitte und Verkleinerung der dem Außenmedium dargebotenen Oberfläche[2]), bei höheren Pflanzen auch Einrollung zum Schutz der Spaltöffnungen der Unterseite behufs Herabminderung der Transpiration durch Bildung eines windstillen Raumes. Die Ericaceen-Blätter gehören hierher, so von *Erica*, *Calluna*, auch von *Empetrum*. Bei *Ledum palustre* und *Andromeda polifolia* ist die Einrollung oder Fähigkeit dazu bei der Größe der Blätter besonders augenfällig. Es ist hervorzuheben, daß die beiden eben genannten Arten auch hinsichtlich der Blattform sich direkt den Verhältnissen ihres Standortes anpassen, »je mehr dem Winde und der Trockenheit ausgesetzt, desto kleiner sind die Blätter und desto mehr zurückgerollt ihre Ränder« WARMING)[3]). (Fig. 8.)

In der Tat kann man in geschützten Lagen oder nach dem Schnitt von *Ledum* zum Gebrauch als »Mottenkraut« beobachten, daß diejenigen Sprosse, die im Sommer nachwachsen, auffallend große, ungerollte und breite Blätter besitzen, bei *Ledum* zuweilen von fast breitelliptischer Gestalt. *Andromeda polifolia* besitzt auf

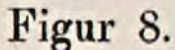
---

[1]) KIHLMANN, Pflanzenbiologische Schilderungen aus Russisch-Lappland. 1890, p. 112.

[2]) Eine ausführliche Darstellung der Polytrichaceen mit Berücksichtigung der biologischen Eigentümlichkeiten hat W. LOSCH (Abh. d. bayr. Akad. d. Wiss. 1908) geliefert.

[3]) WARMING, Lehrb. d. ökol. Pflanzengeogr. 2. Aufl. Berlin 1902 S. 204.

typischen Hochmoorflächen stets schmale Blätter; im Zwischenmoor oder am geschützteren Hochmoorrand findet man aber oft sehr breitblättrige Exemplare mit ziemlich breit-elliptischen Blättern, während diese sonst lanzettlich sind. Solche breitblättrigen Individuen dürfen freilich nicht mit solchen verwechselt werden, die von dem Pilz *Exobasidium* befallen sind, ein Parasit, der auch



Figur 8.



Ledum palustre in natürlicher Größe mit kleinen Blättern.
Vom Hochmoor zwischen Schwentlund und Cranz in Ostpreußen.

andere Ericaceen (*Vaccinium*, *Rhododendron*) befällt. Auch in diesem Falle verbreitern sich die Blätter auffällig, Fig. 9. Mit Rücksicht auf die von mir begründete Regel[1]), daß pathologische Erscheinungen gern atavistische Momente bedingen, wird man aus der

[1]) Vergl. meine »Grundlinien der botanischen Morphologie im Lichte der Paläontologie«. 2. Aufl. Jena 1912 S. 10.

angegebenen Tatsache die ursprüngliche Breitblättrigkeit der *Andromeda polifolia*-Vorfahren erschließen und umgekehrt die Meinung verstärkt sehen, daß die Schmalblättrigkeit der Spezies an ihren üblichen jetzigen Standorten durch die Eigenheit dieser

Figur 9.



Andromeda polifolia, befallen von Exobasidium Andromedae und daher sehr breitblättrig.

Natürliche Größe.

bedingt ist. Dasselbe kann man bei *Vaccinium uliginosum* beobachten u. a.

Von dem Vorgang des Einrollens kann man sich eine gute Vorstellung machen durch Beobachtung von Himalaya-Rhododendren, die bei uns ungedeckt im Freien stehen. HARSCHBERGER hat diesbezüglich *Rhododendron maximum* studiert[1]). Diese Spezies ist ein 2—2½ m hoher Zierstrauch, heimisch von Canada bis Karolina. Die Blätter reagieren schnell und deutlich auf Wärmewechsel. Bei höherer Temperatur (z. B. 15—20° C.) stehen die Blätter vom Stengel ab und sind flach ausgebreitet; bei kalter Witterung (0° und darunter) senken sie sich und rollen sich so ein, daß die Oberseite jedes Blattes die konvexe Außenseite einnimmt. Dadurch werden die auf der Unterseite liegenden Spaltöffnungen geschützt. Das Senken der Blätter verhindert auch, daß dieselben durch Schnee und Eis belastet werden. Das Senken und Einrollen der Blätter erfolgt innerhalb 5 Minuten, wenn man einen Topf mit der Pflanze aus dem Zimmer ins Freie setzt. Der umgekehrte Prozeß dagegen, das Heben und Ausbreiten der Blätter, erfordert 10 Minuten. Garten-Besitzern ist diese Erscheinung an Rhododendren bekannt; an meinen Rhododendren verschiedener Herkunft, in meinem Garten zu Berlin-Lichterfelde, ist sie stets sehr auffällig. In der Erwägung, daß die Stammarten unserer Gartenformen in ihrer Heimat Frost auszuhalten haben, habe ich meine ins Freie ausgepflanzten Rhododendren von vornherein nicht decken lassen, und sie sind seit 17 Jahren in strotzender Gesundheit durch die Winter gelangt, indem sie sich stets beim Eintritt von Frost resp. größerer Kälte durch Einrollung der Blätter vor zu starker Verdunstung geschützt haben. Das sogegenannte Erfrieren der Rhododendren dürfte im wesentlichen auf übermäßiger Austrocknung bei Witterungsumständen (Kälte in Verbindung mit Wind) zurückzuführen sein. Bekanntlich sterben auch Nadelhölzer bei uns im Winter durch Austrocknung unter den gleichen Bedingungen; auch hier pflegt der Laie anzunehmen, daß solche Exemplare »erfroren« seien.

---

[1]) HARSCHBERGER, Thermotropic movement of the leaves of Rhododendron maximum L. in Natural sciences of Philadelphia 1899 S. 219—224.

Wie oben angedeutet, ist die Neigung von Pflanzen, kleinere Blätter zu bilden, wenn sie auf Hochmooren wachsen, noch bei anderen Arten auffällig, insbesondere kommt dabei die Ausbildung schmalblättriger Formen in Betracht nicht nur auf den Hochmooren, sondern auch auf Zwischenmooren. In dieser Beziehung sind die folgenden Arten hervorzuheben, die alle in den genannten Moortypen des Moorgeländes südöstlich Nemonien bis zum großen Moosbruch vorkommen, nämlich außer den schon genannten Ericaceen noch *Arundo phragmites*, *Iris pseudacorus*, *Orchis maculata* und zwar die Form *helodes*, Fig. 10, *Cardamine pratensis angustifoliola*, *Salix repens* und zwar die Form *angustifolia* (*rosmarinifolia*), *Cicuta virosa* und zwar die Form *angustifolia* (*tenuifolia*), Fig. 11, *Andromeda calyculata*, Fig. 12, *Melampyum pratense* und zwar die Form *paludosum*. Auf Flachmooren ist, scheint es, weit untergeordneter Ähnliches zu beobachten, so ist *Alectorolophus major* in der Form *angustifolius* viel auf Flachmoorgeländen zu beobachten, die zu Wiesen umgearbeitet wurden, wie Flachmoorwiesen stets die Form *angustifoliola* von *Cardamine pratensis* tragen.

Über die genannten Arten noch im Folgenden Näheres. *Arundo phr.* pflegt, wo es an Rüllen auf Hochmoor vorkommt, etwas schmalblättriger zu sein als sonst üblich. Auch in der Höhenmoor-Region von Sebastiansberg im böhmischen Erzgebirge, wo die Pflanze nicht vorkommt, war sie, durch Herrn H. SCHREIBER in Kultur genommen, wie ich sah, genau so schmalblättrig geworden, wie in dem genannten Zwischenmoor-Gebiet. — *Iris ps.* geht im nemoniener Revier von Erlensumpfmoor immer seltener werdend bis in das Mischwald-Zwischenmoor und wird dabei immer schmalblättriger, so daß die Pflanze — wenn sie nicht blüht — ganz den Eindruck einer anderen Spezies macht. — *Orchis helodes*, eine Charakterpflanze für dasselbe Zwischenmoor, ist eine schmalblättrige Form von *O. maculatus*. *Orchis helodes* wird von GRISEBACH auf Bulten der Hochmoore an der Ems angegeben, woher diese Form von ihm überhaupt erst beschrieben wurde. Hier ging[1]) ja auch

[1]) »Ging«, weil die dortigen Hochmoore jetzt allermeist tote sind und im obigen natürlich nur von den jungfräulichen Hochmooren die Rede ist.

Figur 10.



Orchis maculata, rechts untere Stengelhälfte von O. m. helodes.

$\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe.

Figur 11.



Cicuta virosa aus Ostpreußen.

Links die gewöhnliche Form mit breiten Blättchen, (*C. v. latifoliolata*), rechts Seeklima-Hochmoor-Vorzonen- und Rüllen-Form *C. v. angustifolia* mit sehr schmalen Blättchen.

$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe.

Figur 12.



Andromeda calyculata.

In $\frac{1}{1}$. Links aus der Zwischenmoor-Zone südöstlich von Nemonien (Memeldelta), rechts vom Rande aber auf der Hochmoorfläche selbst mit etwas schmaleren, aber besonders kleineren Blättern.

Myrica gale auf die Hochmoore und zwar ebenfalls nur auf ihre Bulte, und es scheint, daß auch hier die Blätter dann kleiner waren. Es sei auch daran erinnert, daß *Orchis palustris*, die auf Flachmoor-Wiesen vorkommt, im Vergleich zu ihren nächst verwandten Arten, z. B. zu *O. masculus*, die an trockenen Orten zu finden ist, recht schmale Blätter besitzt. — *Cardamine pratensis angustifoliola* kommt sowohl auf den rülligen Vernässungsgebieten der Hochmoore Ostpreußens vor, die mit sehr breiten Blättchen versehene *C. p. paludosa* hingegen in den Sumpfflachmooren, während wiederum die Flachmoor-Wiesen — wie gesagt — die Form *angustifoliola* tragen. — Wo *Salix repens* auf Hochmooren vorkommt, das ist ebenfalls nur gelegentlich auf rülligem Terrain der Fall, auf Vernässungs-Gebieten, wo eine gewisse Nahrungsanreicherung statthat, da ist die schmalblättrige (f. *angustifolia*) oft häufiger als die breiter blättrige Form. — *Cicuta virosa*, die auf dem Gr. Moosbruch in der Rülle nördl. Elchtal nur in der Form *angustifolia* (*C. tenuifolia*) vorkommt, ist am Rande des Hochmoor-Anteiles des Gr. Moosbruches vielfach vorhanden, so in der Röhricht-Hochmoorzone; *C. angustifolia* ist in ihrer Tracht so auffallend, daß man im ersten Augenblick eine ganz andere Pflanze als *C. virosa* vor sich zu haben meint. *C. angustifolia* ist wie die anderen hier genannten schmalblättigen Arten resp. Varietäten — mindestens im östlichen Europa — wohl ganz allgemein eine Pflanze der Moorgelände, speziell der Hochmoorvorzonen und Rüllen. Eduard Lehmann (Flora von Polnisch-Livland 1895 S. 72 und 380) gibt sie ausdrücklich ebenfalls auf »Torfmooren« an. Bemerkenswert ist auch die Angabe schon Sendtner's (Vegetat. Verhältn. Süd-Bayerns 1854 S. 628 und 779), daß *Cicuta virosa tenuifolia* eine Pflanze der »Hochmoore« sei. — *Melampyrum pratense* hat von den Floristen in der schmalblättrigen Form mehrere Namen erhalten, von denen ich hier (wie schon in der 5. Auflage meiner Flora von Nord- und Mitteldeutschland) denjenigen wähle, der für uns am charakteristischsten ist, nämlich *M. p. paludosum* Gaudin. Diese Form ist charakteristisch für fast alle Zwischenmoore, die ich in Centraleuropa gesehen habe, für Seeklima-Hochmoor-Vorzonen und Höhen-Hochmoore. Während die häufigere breitblättrige

Form eiförmige bis lanzettliche Blätter besitzt, trägt die Form *paludosum* langlineallanzettliche Blätter. — *Andromeda calyculata* ist freilich nur an einer Stelle auf bultigem Hochmoor in dem Hochmoorkomplex südlich Nemonien viel vorhanden, aber dann kleinblättrig, während sie in der Kiefern-Zwischenmoorzone häufig ist. Man gewinnt zwar besonders in manchen dieser Fälle den Eindruck, daß die spärliche Nahrung die Ursache der Klein- bezw. Schmalblättrigkeit sei, aber, sei dem wie ihm wolle, sie entspricht den xerophilen Arten, mit denen die genannten zusammen vorkommen.

Wenn von nahe verwandten Arten die eine in nahrungsreicheren Böden vorkommt und die andere im Zwischenmoor oder Hochmoor, so sind die letzteren ebenfalls die schmalblättrigen. Solche Pendants sind:

Breiterblättrige Arten	Schmalerblättrige Arten
1. *Aspidium spinulosum*	*Asp. cristatum*
2. *Agrostis alba*	*Agrostis canina*
3. *Calamagrostis neglecta*	*Cal. epigeia*
4. *Epipactis latifolia*	*E. palustris*
5. *Drosera rotundifolia*	*Dr. anglica*
6. *Stellaria palustris*	*St. Friesiana*

Zu 1. *A. spinulosum* ist in unseren Standflachmooren häufig und zwar in der breitblättrigen Schattenform *dilatatum*; das sehr viel schmalerblättrige *A. cristatum* ist für Zwischenmoore charakteristisch. Von manchen Autoren wird *A. c.* als eine Varietät von *A. sp.* angesehen. — Zu 2. *Agrostis alba* mit ihren breiten Blättern ist u. a. auf Flachmoorwiesen zu finden, *A. canina* mit ihren viel schmaleren, z. T. sogar borstenförmigen Blättern besonders gern auf zwischenmoorigen Geländen. — Zu 3. *Calamagrostis epigeia*, an flachmoorigen und dergleichen Orten häufig, ist viel breitblättriger als *C. neglecta*, die gern in Zwischenmooren und Hochmoorvorzonen vorkommt. — Zu 4. *Epipactis palustris* kommt in der nassen Hochmoor-Vorzone des genannten Hochmoorgeländes bei Nemonien vor. Sie wird hier erwähnt, weil im Gegensatz zu dieser Art ihre

auf trocknem Boden lebende, Nächstverwandte, nämlich *E. latifolia*, wie schon in ihrem Namen gesagt wird, breite Blätter besitzt. — Zu 5. *Drosera rotundifolia* mit ihren kreisförmigen Blattspreiten kommt in Ostpreußen — wie ich immer wieder und an vielen Stellen auffällig beobachtete — vorwiegend in der Hochmoorvorzone vor, *Dr. anglica* mit ihren lineal-keilförmigen Blättern jedoch als gemeine Pflanze auf der Seeklima-Hochmoorfläche selbst, besonders in den Schlenken. — Zu 6. *Stellaria Friesiana*, eine Charakterpflanze der ostpreußischen Zwischenmoore, besitzt feine und kleine, schmal-lineal-lanzettliche Blätter, *St. palustris* hingegen, die den Flachmoor-Anteil des Nemonienen Moor-Geländes auszeichnet, größere, bis eiförmig-längliche Blätter.

Schließlich ist auch noch auf das von *Ledum* erzeugte ätherische Öl hinzuweisen. Wenigstens ist nach TYNDALL[1]) die an ätherischen Ölen reiche Luft weit weniger imstande, strahlende Wärme durchgehen zu lassen als reine Luft, woraus folgen würde, daß die duftende Atmosphäre, die sich die Pflanze schafft, ihre Bestrahlung und dadurch ihre Transpiration vermindert. Freilich meint K. DETTO[2]), daß wenn diese Deutung richtig wäre, so müßte man einerseits in unserer Flora ein besonders häufiges Vorkommen aromatischer Pflanzen auf trockenen Standorten, andererseits bei diesen ein Zurücktreten anderer Trockenschutzeinrichtungen erwarten. Beides ist nicht der Fall, im Gegenteil geht eine Vermehrung der Ölproduktion mit einer Häufung anderer solcher Einrichtungen parallel. Ferner aber sind an den Standorten der in Rede stehenden Pflanzen ganz andere physikalische Bedingungen in Wirksamkeit als bei TYNDALL's Versuchen. Außerdem gibt es in der Wüste sehr viele perennierende Pflanzen, welche keine Öle sezernieren, im übrigen aber den Ölpflanzen in Struktur und Wasserversorgung durchaus gleichen. Experimente, bei denen öllose Pflanzen in eine Atmosphäre von Öldämpfen gebracht wurden, zeigten dadurch keine Herabsetzung der Trans-

---

[1]) Vergl. WARMING l. c. 1902 S. 205.

[2]) DETTO, Über die Bedeutung der ätherischen Öle bei den Xerophyten. (Flora 1903 Bd. 92, S. 147—199.)

piration. DETTO begründet sodann, daß die ölabsondernden Drüsen als Tierschutzmittel anzusehen seien.

Im Zusammenhang mit dem Vorausgehenden sei auch auf die gern roten Farben (Anthocyan) von Hochmoorpflanzen und Moorpflanzen überhaupt hingewiesen. *Sarracenia purpurea* der Landklima-Hochmoore Südkanadas und der nördl. Vereinigten Staaten hat ihren Spezies-Namen daher, ebenso *Sphagnum rubellum*. Die Tentakeln der *Drosera*-Blätter, namentlich ihre Spitzen, sind rot. Es sei ferner an die roten Scheiden von *Carex caespitosa* erinnert, weil diese Art für die Zwischen-Moorgelände in Ostpreußen charakteristisch ist, die also wenigstens in ihrer Jugend — im Knospen-Zustande — durch die rote Farbe »geschützt« ist. *Melampyrum paludosum* ist namentlich auf den Höhenhochmooren gern mehr oder minder rot usw. Schon aus diesen Beispielen geht hervor, daß es namentlich die dem stärksten Licht ausgesetzten Arten der Hochmoore sind, die die in Rede stehende Färbung aufweisen. In der Tat hängt die rote Farbe im wesentlichen mit der Lichtintensität zusammen, wo diese vermindert ist, schwindet die rote Färbung gern, so bei *Drosera*. Auch in den Tropen sind an Pflanzenteilen, die starkem Licht ausgesetzt sind, rote Farben beliebt. Jedoch wird von manchen Autoren bei den nordischen Pflanzen diese Färbung mit der Kälte in Beziehung gebracht, und in der Tat ist in Grönland z. B. »für Vorsommer und Frühjahr das häufige Auftreten intensiv rotbraun gefärbter Vegetationsorgane auffallend. In seinen »Botanischen Beobachtungen aus Spitzbergen« (1902) machte THORILD WULF auf das verbreitete Vorkommen von Anthocyan bei den arktischen Gewächsen aufmerksam. In unserem Fall handelt es sich um Winterfärbungen, die mit der fortschreitenden Vegetationsperiode mehr und mehr durch freudiges Grün ersetzt werden und nur bei direkt belichteten Pflanzenteilen zu beobachten sind, nicht aber bei Schattenpflanzen.« (M. RIKLI[1].) Neuerdings hat dann aber W.

[1]) RIKLI, Beiträge zur Kenntnis von Natur und Pflanzenwelt Grönlands. (Actes de la société helvétique des sciences naturelles. 92. session 1909 à Lausanne. Aarau. Tl. I S. 159.)

Palladin[1]) eine Beziehung des Anthocyans zur Pflanzenatmung festgestellt, indem er zeigte, daß der für gewöhnlich farblose »Pflanzenblutstoff« sofort rot oder lila wird, wenn beschleunigte Atmung eintritt. Der Zellsaft färbt sich im Herbst rot, weil sich in der zum Winter rüstenden Pflanze dann die Atmungspigmente ansammeln. Aber auch Pflanzenteile, die zart sind, oder denen Kälte das Leben bedroht, färben sich purpurn oder violett. Sie atmen eben heftig, wobei eine ihnen nützliche höhere Temperatur ihres Körpers erreicht wird.

Gründe für die Xerophilie.

Wir haben die Hochmoorflora als eine wintergrüne kennen gelernt. Die erste Wärme nach dem Winter, die die Pflanzen trifft, vermag diese daher in Lebenstätigkeit der Belaubung zu setzen; allein ehe das Eis unmittelbar unter der lebenden Pflanzendecke schmilzt, vergeht auch bei uns nach einem strengen Winter noch geraume Zeit, unter Umständen Wochen, wie ich das besonders an einem in meinem Garten für meine Studien geschaffenen künstlichen Hochmoor beobachten konnte[2]). Die Pflanzen haben dann aber keine Möglichkeit, dem Boden das für ein üppigeres Wachstum notwendige Wasser zu entnehmen und diejenigen, die eines xerophilen Baues entbehren, wie die Sphagnen, beginnen zu trocknen.

Die Xerophile der Hochmoorpflanzen steht also mehr oder minder sicher damit in Beziehung, daß die Pflanzen wegen zu kalten Bodens (nasse Böden nehmen eine geringere Temperatur an als in gleichem Verhältnis befindliche trockene Böden) oft nicht in der Lage sind, von dem vorhandenen Wasser hinreichend aufzunehmen; gefrorenes Wasser verhält sich wie ein ganz trockener

---

[1]) Palladin, Das Blut der Pflanzen. (Deutsche botanische Gesellschaft, Berlin 1908.)

[2]) Bei der Herstellung künstlicher Hochmoore z. B. für botanische Gärten ist zu beachten, daß sie nur mit Regenwasser gespeist werden dürfen, das bequem aus der Dachgosse eines Hauses mit Schiefer- oder Ziegel- oder Blechdach bezogen werden kann. Am besten leitet man dieses Wasser direkt in und durch das künstliche Moor, das dann bei jedem Regen gründlich von neuem vernäßt und eventuell ausgelaugt wird.

Boden und dementsprechend gehört es zu den Eigentümlichkeiten hochnordischer Pflanzen, Anpassungen zur Herabminderung der Transpiration (nicht um sich gegen die Kälte zu schützen, wie GRISEBACH[1]) meinte) zu besitzen, mit anderen Worten: sie haben xerophile Merkmale wie die trockenen Böden angepaßten Arten. Eine starke Bestrahlung oder Winde können die Transpiration der Pflanzen so steigern, daß sie bei zwar nassem aber kaltem Boden doch nicht genügend Wasser aufzunehmen vermögen und vertrocknen müßten, und ist der Boden gefroren, so verhält er sich wie ein ganz trockner, so daß den Pflanzen dann jede Wasser- (und damit natürlich auch Nahrungs-) Entnahme unmöglich ist. Dementsprechend sieht man dann oft auf Seeklima-Hochmoor-Strecken (z. B. Ostpreußens) selbst die xerophil gebaute *Calluna vulgaris* mehr oder minder »erfrieren«, besser gesagt vertrocknen, wenn nämlich der Boden noch gefroren ist, aber die Pflanzen bei genügender Aufnahmefähigkeit der Luft und dem Beginn eifrigeren Wachstums im Frühjahr eine stärkere Transpirations-Tätigkeit erfolgt.

Auf die schädigende Wirkung des Windes legt KIHLMAN besonderen Nachdruck, indem er u. a. von der Halbinsel Kola sagt (l. c. S. 107), »die offenen Sümpfe und Moräste sind die zugleich windigsten und bodenkältesten aller Standorte unseres Erdteils; die Temperatur des Erdreichs wird noch lange, nachdem der Schnee verschwunden ist, durch das allmählich schmelzende unterirdische Eis sehr niedrig gehalten, und auch im Hochsommer dürften die obersten Schichten des nassen Bodens fast konstant und oft bedeutend kälter sein als jene der trockneren Standorte. Schon während das Wurzelsystem noch wenigstens teilweise gefroren ist, lockt die Frühlingssonne einige Arten — z. B. *Eriophorum vaginatum* — zu erneuter Blatt- und Sproßbildung, um sie dann oft für längere Zeit dem austrocknenden Hauch der Polarwinde zu überlassen.« Nichts ist wohl besser geeignet, die ausschlaggebende Wirkung der Winde zu erläutern, als der Hinweis, daß am Kältepol der Erde, bei Werchojansk an der Jana in

[1]) GRISEBACH, Veget. d. Erde, 1872 I. S. 34.



Sibirien, bei —50° im Winter (!) Wald vorhanden ist: also nicht der Kältegrad[1]) ist es in erster Linie, der dem Baumwuchs im Subarktikum Halt gebietet.

Es ist aber noch ein anderer Punkt zu berücksichtigen: Humus besitzt eine sehr große Wasserkapacität: er gibt Wasser nur bis zu einer gewissen Grenze ab, d. h. ein großer Teil des vorhandenen Wassers ist für die lebenden Pflanzen nicht ausnutzbar.

Humusböden binden infolge ihrer kolloidalen Beschaffenheit das Wasser sehr fest. Die Agrikulturchemiker (z. B. Br. Tacke 1907) betonen immer wieder, daß eine Entwässerung von Mooren für Kulturzwecke vorsichtig zu bewerkstelligen sei, da große Mengen Wasser vom Torf so festgehalten werden, daß sie den darauf wurzelnden Pflanzen nicht zugänglich seien. Es tritt demnach bei relativ sehr hohem Gehalt des Moorbodens an Wasser dennoch ein Wassermangel für die auf demselben angebauten Pflanzen ein. Wo Moore oberflächlich regelmäßig austrocknen. wie bei den Landklima-Hochmooren Nordamerikas — das habe ich in Süd-Kanada selbst beobachtet, vergl. auch Davis, Peat 1907 S. 161/162 — befinden sich die Moorpflanzen zeitweilig unter Bedingungen wie auf einem entwässerten Hochmoor, so daß dann nur Arten gedeihen können, die Anpassungen an solche Böden besitzen, oder aber wie *Sphagnum* wenigstens das Tauwasser für Zeiten des Bedarfs zu speichern vermögen. Dies beides hat die Flachmoorflora nicht nötig, namentlich nicht die Sumpfflachmoor-Vegetation, die daher im Gegensatz zu der xerophytischen der Hochmoore im Ganzen hydrophytisch ist, sofern es sich nicht um ganz stagnierendes Wasser handelt. In solchen Fällen besitzen auch Flachmoorpflanzen, die dann freilich auch auf besser bewegte Flächen übergehen können, ebenfalls xerophytische Eigenschaften; denn starker Luftabschluß, der in stagnierendem Wasser für die unterirdischen Organe naturgemäß vorhanden ist, setzt die Lebenstätigkeit der Wurzeln herab, die hierzu des Sauerstoffs bedürfen. Um diesen zu haben, sehen wir denn auch, daß Sumpf-

[1]) Die nördliche Baumgrenze fällt etwa mit der 10°-Isotherme des wärmsten Monats zusammen.

pflanzen gern große Luftinnenräume, große Intercellularen, besitzen. Ja durch die Humus-Zersetzung finden sogar Reduktions-Erscheinungen im Boden statt, die natürlich den Luftmangel erhöhen helfen.

A. F. W. SCHIMPER meinte[1]), daß die »Humussäuren« im Moorwasser die »physiologische Trockenheit« des Bodens — so nennt SCHIMPER einen zwar Wasser-haltigen, aber das Naß nicht hergebenden Boden — unterstützten. EDWIN BLANCK[2]) hat Versuche angestellt, um zu ermitteln, ob die Diffusion von Wasser durch den Gehalt des umgebenden Mediums an sauer reagierenden Humusstoffen beeinflußt werde. BLANCK kommt zu dem Resultat, daß die Diffusionsgeschwindigkeit von Wasser im Humusboden weit hinter derjenigen des reinen Wassers zurückbleibt, und daß die Anwesenheit der »Humussäure« im Moorboden die Ursache der verzögerten Diffusionsgeschwindigkeit ist. Diese Tatsache scheint die angegebene Wirkung der »Humussäuren« auf die geringere Aufnahmefähigkeit des Wassers durch die Pflanzen zu unterstützen; allein es ist auffallend, daß die Flachmoor-Vegetation oft eine sehr üppige ist: man denke an die Flachmoor-Wälder mit ihrem Unterholz und ihren Krautpflanzen, mit einer Vegetation, die den xerophilen Charakter, wie ihn viele Hochmoorpflanzen besitzen, vermissen läßt. Auch wenn man hierauf erwidern sollte: die Wässer der Flachmoore wären bei weitem nicht so »sauer« wie diejenigen der Hochmoore, so würde das nicht stören, weil auch in den sauren Hochmoorwässern des Hochmoor-Randes viele nicht xerophile Pflanzen, ja Sumpfpflanzen des Flachmoorvereines vorkommen.

H. MINSSEN bestreitet nach seinen Versuchen[3]) die Richtigkeit des BLANCK'schen Resultates. In sogenannte Diffusionshülsen brachte MINSSEN ClNa-Lösung von bestimmtem Chlorgehalt und bestimmte nach gewissen Zeiten teils die in den Hülsen verblie-

---

[1]) SCHIMPER, Pflanzengeographie, Jena 1898 S. 6 u. 689.

[2]) BLANCK, Die Landw. Vers.-Station, Band 58, Berlin 1903 S. 145.

[3]) MINSSEN, Über die Diffusion in sauren und neutralen Medien, insbesondere in Humusböden. (Landwirtsch. Versuchsstation, 62. Band, Berlin 1905 S. 445.)

bene, teils die in das die Hülse umgebende Medium abgegebene Chlormenge. Als äußere Medien dienten ihm reines Wasser, 1-prozentige Zitronen-, Essig-, Salz- oder Schwefelsäure. Diese Versuche zeigten, daß in gleichen Zeiten stets gleiche Mengen Chlornatrium und damit auch die gleichen Mengen Wasser in das umgebende Medium diffundierten, gleichgültig, ob dieses aus reinem Wasser oder aus einer der genannten Säuren bestand. Bei weiteren Versuchen diente als äußeres Medium eine breiartige Masse, hergestellt aus 25 g Moostorf und 350 ccm Wasser. Hierbei trat eine deutliche Diffusionshemmung gegenüber reinem Wasser ein, und zwar wuchs die Hemmung mit abnehmendem Wassergehalt des äußeren Mediums. Daß diese Beeinflussung aber nicht eine dem sauren Moostorf allein zukommende Eigentümlichkeit ist, sondern lediglich hervorgerufen wird durch die Konsistenz des äußeren Mediums, zeigte M. durch folgenden Versuch: Als äußeres Medium diente erstens ein Moostorfbrei von oben angegebener Konsistenz und zweitens ein Stärkebrei von der gleichen Beschaffenheit. In beiden Fällen wurden innerhalb derselben Zeit die gleichen diffundierten Chlormengen nachgewiesen. Um sicher die Wirkung freier Humussäure auszuschließen, verwandte Verfasser schließlich auch sauren Moostorf, dessen freie Säure durch kohlensauren Kalk neutralisiert wurde. Auch hier ergaben sich die gleichen Resultate wie bei Verwendung von nur saurem Moostorf. Also weder die freien »Humussäuren«, noch verdünnte organische oder Mineralsäuren üben einen Einfluß aus auf die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers oder von Salzlösungen. Die »physiologische Trockenheit« ist also — so schließt MINSSEN — in anderer Weise zu erklären.

Es folgt demnach für uns, daß zwar ein Torfboden gegenüber z. B. einem Sandboden die Diffusion etwas verzögert, daß aber dies nicht in Zusammenhang stehen kann mit der Ausbildung von xerophilen Eigenschaften von Moorpflanzen, weil viele Moorpflanzen diese Eigenschaften gar nicht besitzen.

Wir haben schon darauf hingewiesen, daß die Kälte der Moorböden es sein dürfte, die in erster Linie ihre physiologische Trockenheit bedingt. In der Tat kann z. B. *Alnus glutinosa*, die

von den erwähnten Schutzmitteln keine besitzt, auf Mooren an den frisch ausgetriebenen Sprossen weitgehende Vertrocknungs-Erscheinungen im Frühjahr (namentlich in Ostpreußen) zeigen, wenn Fröste in der Nacht den Boden stark erkälten, aber ein warmer Tag darauf einsetzt, der die Transpiration der Blätter anregt, die dann aber keinen Ersatz für das abgehende Wasser erhalten können und daher vertrocknen. So ist denn daran zu erinnern, daß es dementsprechend gerade die aus dem hohen Norden stammenden oder wesentlich dort heimischen Pflanzen-Arten unserer Moore sind, die eine Anpassung an solche kalten Böden, an Trockenheit, aufweisen. Zum Beispiel geben Kihlmann und R. Pohle[1]) auf borealen und arktischen Hochmooren am nördlichen Weißen Meer u. a. *Carex limosa*, *Andromeda calyculata* an, die weit im Süden noch vorkommt, nämlich am Rande der Zwischenmoor-Partie der Kakschen Balis, eines großen Hochmoors bei Kl. Puskeppeln in Ostpreußen und ebenfalls in der Zwischenmoor-Zone des Nemoniener Hochmoores im Memeldelta, in etwas kümmerlicherer Entwicklung auch auf den Rand dieses Hochmoores gehend (vergl. S. 45). Hier erreicht diese Pflanze in Europa ihre Südwestgrenze. Ferner sind zu nennen *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre* (das etwa an der Elbe seine Westgrenze hat), *Vaccinium oxycoccos*, *uliginosum* und *Vitis idaea*, *Empetrum nigrum* usw. Es sei auch *Salix Lapponum* des borealen Waldgebietes noch als Beispiel genannt, deren Westgrenze vorgeschobene Posten ebenfalls in der Provinz Ostpreußen hat, wo ich sie ebenfalls selbst beobachtete, und schließlich noch *Betula nana*, die im Subarktikum und borealen Gebiet so häufig ist, mit einigen Fundorten in Norddeutschland, unter denen der westlichste vorgeschobene Posten in der Lüneburger Heide.

Dann ist auch darauf aufmerksam zu machen, daß die Cyperaceen, die auf unseren Hochmooren einen hohen Prozentsatz der überhaupt wenigen Hochmoor-Phanerogamen bilden, in den arktischen Ländern die an Arten reichste Phanerogamen-Familie ist.

---

[1]) Pohle, Pflanzengeographische Studien üb. die Halbinsel Kanin. (Acta Horti Petropolitani. Bd. XXI. St. Petersburg 1903.) S. 55—60.

Pohle sagt von den borealen Hochmooren: sie verlören ihre Schneedecke viel früher (z. B. ca. 4 Wochen) als die umliegenden Wälder; »die der schützenden Schneedecke entbehrenden Gewächse sind im Frühjahr der verderblichen Wirkung rauher Winde preisgegeben; die meisten Moorpflanzen besitzen dafür an ihren Organen Einrichtungen, durch die sie in ausreichender Weise gegen Transpirationsverluste und ihre Folgen geschützt werden. Diejenigen jedoch, welchen dieser Schutz fehlt, besitzen wie *Betula (nana)*, *Rubus (chamaemorus)*, *Drosera* eine bedeutend abgekürzte Vegetationsperiode; bei ihnen pflegt die Verfärbung der Blätter bereits im Hochsommer zu beginnen.«

Auch auf den arktischen Hochmooren der Halbinsel Kanin sind die Schneemassen im Winter gering, »weil sie von den Winden hinweggeweht werden« (Pohle l. c. S. 79).

Wir sehen danach deutlich, daß es in den eigentlichen heutigen Heimatsorten unserer Pflanzen die Bodenkälte in Verbindung mit den austrocknenden, d. h. die Transpiration beschleunigenden Winden ist, die die Pflanzen nötigt, sich der Transpirations-Schutzmittel zu bedienen, denn wir können solche gegen klimatische Einwirkungen schützenden Einrichtungen von Arten nur nach den Verhältnissen in der eigentlichen Heimat derselben beurteilen, d. h. wo diese Arten am häufigsten sind, nicht nach den Verhältnissen, wie sie die Grenzgebiete des Auftretens der Arten aufweisen wie bei uns.

Freilich kommen hier die durch die Kälte bedingten schlechten Ernährungs-Bedingungen für die Pflanzen noch mit in Betracht. Durch schlechtere Ernährung bleiben die Pflanzen kleiner, und die S. 43 erwähnte Schmal- und Kleinblättrigkeit gewisser Arten wird man in manchen Fällen besonders gern geneigt sein, auf schlechtere Ernährung zurückzuführen. Mag nun auch diese mit die erste Veranlassung gewesen sein, so haben sich die Merkmale jetzt mehr oder minder fixiert. Einige Exemplare von *Cicuta tenuifolia* z. B., die ich Herrn Prof. Abromeit zur diesbezüglichen Beobachtung im Botanischen Garten von Königsberg in Preußen sandte, haben auch dort unter guten Ernährungsbedingungen nur

schmale Blätter der *tenuifolia*-Form gebildet. Eine Anzahl Exemplare, die ich in das künstliche Moor meines Gartens in Berlin-Lichterfelde eingesetzt habe, haben im nächsten und übernächsten Jahr ebenfalls ausschließlich die extreme *tenuifolia*-Form der Blätter bewahrt. Die liegende *Pinus montana*-Form mag ursprünglich vom Winde gemacht, niedergebogen worden sein, aber heute ist die liegende Form fixiert.

Betrachtet man die Sache geologisch-historisch, so sind freilich unsere boreal-alpinen Hochmoorpflanzen gerade die ältesten, ursprünglichsten Norddeutschlands. Sie sind unter den jetzt bei uns lebenden Arten diejenigen, die am längsten unsere Heimat bewohnen: »es sind lebende Zeugen einer längst verschwundenen Zeit, der Eiszeit; sie stellen gleichsam ein Stück Vorwelt dar unter den Pflanzen der Gegenwart« [1]). Denn in der letzten Postglazialzeit hatten wir hier dieselben Verhältnisse, wie sie jetzt im Subglazial-Gebiete der nördlichen Erdhalbkugel walten, und wir können daher mit demselben Recht die erwähnten Charakteristika der Hochmoorpflanzen aus den klimatischen Bedingungen der Postglazialzeit erklären, was aber dasselbe ist wie ihre Herleitung aus dem heutigen Subglazial-Gebiet [2]). Das Wesentliche dessen, was festgestellt werden soll, ist ja nur, daß unsere Hochmoor-Vegetation einem subglazialen Klima entspricht [3]).

Unsere Hochmoorpflanzen-Gemeinschaft besitzt nun natürlich noch andere dem subglazialen Gebiet angepaßte Merkmale. Gegenüber unseren einheimischen Pflanzen-Vereinen fällt, wie schon oben gesagt, diesbezügl. stark auf, daß die Hochmoorpflanzen-Gemeinschaft immergrün ist, d. h. zwar nicht hinsichtlich aller Arten,

---

[1]) Potonié, Die Pflanzenwelt Norddeutschlands in den verschiedenen Zeitepochen, besonders seit der Eiszeit. Hamburg 1886.

[2]) Als pflanzengeographische Übersicht über Norddeutschland vergl. die 5. Aufl. (Jena 1910) meiner »Illustrierten Flora von Nord- und Mitteldeutschland«.

[3]) Richard Hilbert hat in seiner Abhandlung »Über die Beziehungen der norddeutschen Moorflora zu der arktisch-alpinen Flora« (Naturwissenschaftliche Rundschau, Braunschweig, den 18. Dezember 1886) versucht, den Bestand der norddeutschen Moore an arktischen Pflanzen festzustellen; allein abgesehen davon, daß seine Liste ungenügend ist, hat er keine Scheidung in Flach- und Hochmoore vorgenommen.

die dazu gehören, aber doch der tonangebenden; denn es behalten auch im Winter Belaubung insbesondere die sämtlichen Moose und die ericoïden Pflanzenarten. Diese für subglaziale, d. h. für sehr viele vor der Schneegrenze in den Polarländern und den Hochgebirgen lebende Pflanzenarten charakteristische Eigenheit wird — wie schon S. 37 bemerkt — so gedeutet, »daß günstige Temperatur und Beleuchtung das ganze Jahr sogleich ausgenutzt werden können«[1]).

Die nordischen Pflanzen gehen weit nach Süden, wenn sie nur die hinreichenden Lebensbedingungen finden: hinreichende Feuchtigkeit, Standorte, die ihrer eventuellen Anpassung an spärliche Nahrung gerecht werden, und Orte, wo die Konkurrenz schneller aufwachsender Pflanzenarten ferngehalten ist, weil der Boden zu nahrungsschwach oder zu luftarm oder vielleicht auch zu sauer ist. Daher finden wir bei uns im gemäßigten Klima subarktische, überhaupt boreale Arten. Umgekehrt finden aber die Pflanzen südlicher Breiten eine durch das Klima — besonders die Wärme — bedingte, scharfe Grenze ihres Vorkommens nach Norden. Man kann also cum grano salis sagen: die nördlichen Pflanzenarten finden die südlichen Grenzen ihres Vorkommens in der sich nach Süden immer mehr steigernden Konkurrenz mit anderen Arten, während südl. Arten in ihrem mehr oder minder weiten Hinaufgehen nach Norden in erster Linie durch klimatische, durch Wärme-Verhältnisse bedingt werden. So kommt es denn, daß unsere Flora — namentlich durch das Vorhandensein von Hochmooren mit subarktischen und boreal-alpinen Arten inmitten einer sonst aus ganz anderen Typen zusammengesetzten Flora, die ein größeres Wärmebedürfnis haben, wie unsere pontischen, westmediterranen und atlantischen Pflanzen — eine Mischflora sehr heterogener Floren-Elemente ist. Eine Lehre ergibt sich aus dieser Betrachtung: eine Mahnung zur Vorsicht bei der Bestimmung klimatischer Verhältnisse der Vorzeit. Bei dem Auffinden einer Mischflora ist das Gewicht für die Beurteilung einer früher vorhanden gewesenen Durchschnittstempe-

---

[1]) Warming, Lehrb. d. oköl. Pfl.-Geogr. 2. Aufl. Berlin 1902 S. 232.

ratur auf die Pflanzenarten zu legen, die am meisten nach Süden weisen.

Nach dieser Darstellung ist »die Auffassung unserer sonst boreal-alpinen Arten als Überbleibsel aus der Eiszeit, als »Relicte«, nicht so zu verstehen, daß sie sich etwa heute noch an genau denselben Stellen fänden wie zur Eiszeit. Jedenfalls kamen sie damals in Norddeutschland vor und jetzt haben sie — soweit es sich um boreale Arten handelt — auf den zentral-europäischen Mooren vielfach die Südgrenze ihres Vorkommens; es ist einzusehen, daß sie auch später soweit nach Süden vordringen konnten, wie ihnen Klima, Boden und überhaupt die Bedingungen ein Leben gewährten«[1]).

Sehr belehrend, um sich das Gesagte eindringlich zu machen, ist die Verfolgung, wie heute Pflanzenarten sich verbreiten. »Alle Pflanzensamen kommen im Prinzip überall hin!« pflege ich drastig in Vorlesungen zur Erläuterung vieler Erscheinungen im Vorkommen von Pflanzenarten zu sagen. In bezug auf unsere Hochmoore sei diesbezüglich auf Folgendes hingewiesen. Durch die künstlichen Entwässerungen unserer Seeklima - Hochmoore nähern sie sich zunächst in ihrem Vegetationsbestand unseren Landklima-Hochmooren und so begreift es sich, daß selbst typische Pflanzen fernster Gegenden, die dort für Landklima-Hochmoore charakteristisch sind, Platz greifen und sich einfinden. Solche Pflanzen sind bei uns die nordamerikanischen Arten *Sisyrinch um angustifolium* (eine Iridacee), die sich seit langem im Eppendorfer Moor bei Hamburg und an einigen anderen Stellen eingefunden hat, ferner die Ericacee *Kalmia angustifolia*, die das Warnbühler Moor bei Hannover stellenweise dicht bedeckt[2]), und die Rosacee *Aronia nigra*, die von Herrn Prof. Abromeit einmal in einem Exemplar auf dem Schwendtlunder Hochmoor bei Cranz in Ostpreußen gefunden wurde. Ich selbst kenne die drei genannten Arten von Landklima-Hochmooren Südkanadas. Wo durch Veränderung der Bodenbedingungen die alten Vegetationen mehr oder minder aussterben und dadurch freie Stellen geschaffen

---

[1]) Potonié, Flora 5. Aufl., 1910 S. 40.

[2]) Forstbotanisches Merkbuch. Provinz Hannover. Hannover 1907 S. 164.

werden, kann man überhaupt oft eine Neubesiedelung ferner Arten beobachten, denn die meisten Samen und Sporen kommen im Prinzip durch die Verbreitungsmittel irgend einmal fast überall hin. So siedelte sich z. B. auf einer Stelle des entwässerten Teiles vom Augstumalmoor *Eriophorum alpinum* an, die dort vorher nicht vorkam usw.

Namentlich siedeln sich neue Arten auf jungfräulichen Stellen an, seien sie geschaffen durch Entwässerungen wie bei unseren Hochmooren, wobei eine Anzahl Arten aussterben und dadurch Platz schaffen, sei es wie in dem hierunter geschilderten Fall bei Buch, wo Abgrabungen erfolgt sind, seien es Anschüttungen wie die Bahndämme usw. Gemeinsam ist all solchen Stellen der zunächst vegetationslose oder bei entwässerten Mooren durch Absterben wesentlich frei werdende Boden, auf welchem bei der ersten Neubesiedelung die Konkurrenz mit bereits vorhandenen Arten mehr oder minder fehlt. Auf einem bereits voll besetzten Boden finden Samen u. dergl. von Ankömmlingen keinen Platz vor.

Es ist oft unmöglich zu entscheiden, welchen Weg die Samen u. dergl. von Ankömmlingen genommen und welcher Art der Transport war. Im wesentlichen kommen als Vermittler in Betracht der Wind, die Tiere und hier für die Verbreitung nach sehr fernen Gegenden besonders die Vögel, als dritter Vermittler spielt dann der Mensch eine große Rolle. Ob z. B. die *Kalmia* etwa aus einer Baumschule entschlüpft ist, ob diejenigen Stellen in Zentraleuropa mit *Sisyrinchium*, die weitab von der intensiveren Kultur liegen, sicher als Besiedelungen mit Gartenflüchtlingen (Sisyrinchien werden in unseren Gärten gezogen) anzusehen sind, ist nicht sicher auszumachen. Wie soll die *Aronia* auf das Moor gelangt sein, wenn nicht durch Vermittlung von Vögeln? Aber zweifellos sicherstellen läßt sich das nicht. Es ist nur sehr wahrscheinlich, weil man weiß, daß Wasservögel an ihren Füßen und in ihrem Gefieder Samen weit verschleppen. Jedenfalls bleibt für diese Fälle die interessante Tatsache bestehen, daß unsere halbtoten oder toten (entwässerten) Seeklima-Hochmoore sich gern auch mit Pflanzen besiedeln, die auf den Landklima-Hochmooren von Nordamerika zu Hause sind.

Herr Prof. PAUL ASCHERSON teilt mir freundlichst auf meine Bitte über die Fundstelle bei Buch nördl. von Berlin das Folgende mit: »An der Berlin-Stettiner Eisenbahn zwischen den Stationen Buch und Röntgental ist seit 20 Jahren durch die von der Verwaltung behufs Erdgewinnung ausgeführten Arbeiten ein Standort bemerkenswerter, z. T. sehr seltener Pflanzenarten entstanden, welcher mit Recht das Interesse der Berliner Botaniker in Anspruch nimmt. Prof. OSTERWALD war der erste, der von dieser Lokalität Kenntnis nahm und der dieselbe seit 1895 auf zahlreichen Ausflügen mit der größten Sorgfalt erforscht hat. Er hat bereits mehr als 700 Arten von Blütenpflanzen, Pteridophyten, Bryophyten und Thallophyten verzeichnet, da auch mehrere Spezialisten seine Untersuchungen unterstützt haben. Das ursprüngliche Gelände, ein dürrer Kieferwald mit der gewöhnlichen, armen und uninteressanten Flora ist 1 bis 3 m tief abgegraben worden. Der Boden der so entstandenen Vertiefung ist durch angeschnittene Quellenzüge feucht, stellenweise sogar sumpfig, so daß ein Teil als Karpfenteich verwertet werden konnte. Neben den gewöhnlich auf feuchtem Boden sich einfindenden Arten, wie *Juncus capitatus* und *alpinus*, *Sagina procumbens*, *Peplis portula*, *Radiola radiola*, *Centunculus minimus*, einer Anzahl *Carex*-Arten haben sich dort eine Anzahl bei uns gewöhnlich nur auf Mooren vorkommender Arten in größerer Zahl angesiedelt, wie *Sphagnum* sp., *Pinguicula vulgaris*, *Drosera anglica* und *rotundifolia*, *Lycopodium inundatum* (mit *clavatum* und selbst das bei Berlin so seltene *L. Selago*), ferner 3 Orchidaceen, nämlich *Orchis militaris*, *Epipactis palustris* und *Liparis Loeselii*. Die bemerkenswertesten Gefäßpflanzen sind aber das bisher aus der Mittelmark noch nicht bekannte *Eriophorum alpinum* (richtiger *Scirpus trichophorum*), dessen nächster bisher bekannter Standort sich bei Chorin, also immerhin eine beträchtliche Anzahl von Kilometern entfernt befindet, und das an dergleichen künstlichen Lokalitäten mit Vorliebe auftretende *Equisetum variegatum*. Beide letztgenannten Pflanzen an mehreren Stellen. Unter den Moosen befinden sich ebenfalls verschiedene seltene und sogar einige neue Arten. Da von dieser Stelle bisher nur Erde weggeholt, nichts aber hingebracht wurde, so kann der

Transport dieser artenreichen Ankömmlinge nur natürlichen Agentien, wie Luftströmungen und Vogelflug, zugeschrieben werden.« Unter den Moosen sind nordische Arten vorhanden. Ich selbst kenne die interessante Stelle westlich Röntgental ebenfalls. Es sind zwar eine ganze Anzahl Pflanzenarten vorhanden, die Flachmoortypen sind, wie *Typha angustifolia*, Magnocariceten, *Salices* (*amygdalina*, *viminalis* usw.), *Equisetum limosum*, *Arundo phragmites*, *Lycopus europaeus*, *Eriophorum angustifolium* usw., aber im ganzen tendiert die Flora zu der der Zwischenmoore durch Parvocariceten und eine Anzahl der schon oben von Herrn ASCHERSON genannten Arten sowie anderen. Die große in Betracht kommende Fläche ist bebuscht; von kleinen Bäumen, die das Gelände bekleiden, ist *Betula verrucosa* (auch *B. pubescens* kommt vor) dominierend. Der Untergrund besteht wesentlich aus Braunmoosen. Stellenweise beginnt eine jetzt nur einige Zentimeter mächtige Torfbildung.

Prof. ASCHERSON fügt dann noch hinzu: »Den amerikanischen Pflanzen *Sisyrinchium*, *Kalmia* und *Aronia* hätte noch das vor einem Menschenalter so viel empfohlene *Vaccinium macrocarpum* (Cranberry) hinzugefügt werden können, das SCHMALHAUSEN auf dem Moor am Steinhuder Meer fand und auf der niederländischen Nordseeinsel Terschelling angesiedelt ist. Für mich ist es so unwahrscheinlich wie möglich, daß diese Pflanzen direkt aus Amerika durch Vögel oder Winde hergebracht sein sollen; entweder ist anzunehmen, daß die Vögel usw. sie aus europäischen Gärten zu den Fundorten brachten, falls nicht Menschenhände sie angepflanzt haben, was bei *Vaccinium* so gut wie gewiß und bei *Kalmia* möglich ist. Wie rasch sich solche Einwanderer ausbreiten können, sehe ich an *Onothera ammophila* FOCKE, einer auf den deutschen Nordseeinseln entstandenen Mutation, die 1899 erst an einer einzigen Stelle der Helgoländer Düne wuchs, 1911 aber dort schon überall sich ausgebreitet hat.

Ich habe jetzt auch einen ähnlichen Fall einer tropisch amerikanischen Pflanze, *Pilea muscosa*, die 1890 am feuchten Felsen bei Saloniki, 1909 auf dem Karstterrain am Fuße des Velebit in Kroatien auftrat. Ich zweifle nicht, daß beide Fundorte von durch Vögel verschleppten Samen herrühren.«

Tierleben.

Entsprechend der Flora weisen auch einige Arten der Hochmoorfauna auf den hohen Norden, wie der von STURMHÖFEL 1895 auf der Zehlau, jenem großen Hochmoor von 22,9 qkm Fläche südlich von Tapiau in Ostpreußen aufgefundene große Schmetterling *Oeneis Jutta*, der dort seitdem fast alljährlich an verschiedenen Stellen in beschränkter Zahl immer wieder beobachtet wurde. Es kommen noch mehr nordische Tiere auf unseren Hochmooren und den sich diesen nähernden Moorgeländen vor. Herr Prof. H. KOLBE hat mir diesbezüglich freundlichst die folgende Zusammenstellung gemacht, bei der es sich auch um Vorkommen auf Kiefernzwischenmooren handelt, wie bei dem Moor bei Neulinum.

»Von borealen Lepidopteren finden sich auf »moorigen Wiesen, Moorboden und Brüchen« West- bezw. Ostpreußens folgende Arten: *Colias palaeno* L., Subsp. *europome* ESP. nach SPEISER (Beitr. z. Naturk. Preußens, Nr. 9: Die Schmetterlingsfauna Ost- und Westpreuß. 1903 S. 10) auf Brüchen in Ost- und Westpreußen nicht selten, sonst in Pommern, Posen und Livland (SUWALKI), Außerdem ist *palaeno* in anderen Formen über Skandinavien Finnland, Nordrußland, Schlesien, die Alpen, Sibirien und das boreale Nordamerika (Hudsonsbai, Alaska) verbreitet. *Argynnis aphirape* HB. bei Memel im Juni ziemlich zahlreich, dann auf dem Zehlau-Bruch, bei Danzig, Oliva und Neustadt; auch in Pommern. Außerdem in Livland, Polen, Mittelrußland, im westlichen Mitteldeutschland, östlichen Belgien und in Bayern. Ferner in einigen anderen Formen über Kurland, Mittelskandinavien, Lappland, Sibirien, Labrador und das arktische Nordamerika verbreitet (REBEL-STAUDINGER's Kat.). *Oeneis jutta* HB. war früher für die deutsche Fauna unbekannt, wurde nach SPEISER (l. c. S. 19) zuerst 1895 von SURMHÖFEL auf dem Zehlau-Bruch im Kreise Friedland gefunden und seitdem alljährlich an verschiedenen Stellen in beschränkter Zahl gefangen. Ferner in Westrußland (SUWALKI), in Nordrußland, im Innern Skandinaviens, in Lappland und Sibirien bis zum Amur, auch in Labrador. Außerdem (REBEL-STAUDINGER's Kat.) in einigen Formen in Ostsibirien (subsp. *magna* GRAES.),

Alaska (subsp. *alaskensis* Holl.) und Labrador (var. *Balder* Hb.), letztere auch in Livland. — *Pararge maera* L. var. *tristicolor* (Hagen) Treichel, findet sich nach Speiser (Beitr. S. 20) in Ostpreußen ebenso häufig, wie *maera* selbst, besonders auf dem Zehlau-Bruch und bei Sorquitten; sie scheint auf Ostpreußen beschränkt zu sein. Die Hauptart *maera* ist über Ost- und Westpreußen (in Laubwaldungen) weit verbreitet und im größten Teile Europas zu Hause. — *Orgyia ericae* Germ. wurde nach Speiser (Beitr. S. 32) 1901 von Sturmhöfel auf dem Zehlau-Bruch entdeckt und später von Dampf (die Schmetterlingsfauna d. Kr. Heydekrug in Ostpreußen, Schriften d. P. Ö. G. XL VIII 1907) in Menge gefangen. Nach Rebel-Staudinger's Kat. außerdem in Nordwestdeutschland, soll aber bei Crefeld durch die Kultur ausgerottet sein; auch in Belgien, Dänemark, Livland, Zentral- und Südwestrußland, Armenien, Nordwestpersien und in der Mongolei. Eine Subsp. (*intermedia* Friv.) in Ungarn und Pommern. — *Anarta cordigera* Thunbg. ist nach Speiser (Beitr. S. 56) an 3 Stellen des Gebietes auf Moorboden nachgewiesen, und zwar bei Willenberg, Karthaus und Löblau. Nach Rebel-Staudinger's Kat. außerdem in Pommern, Posen, Brandenburg, Sachsen, Livland, Finnland, am Ural, in Sibirien, Labrador und Aragonien. — *Serenthia tropidopterum* Flor., eine kleine Hemiptere, wurde auf dem Moor bei Neulinum an der Zwergbirke (*Betula nana*) gefunden und ist für Deutschland neu (Kuhlgatz 1901—3, Speiser 1906, Verwalt.-Bericht d. westpreuß. Prov.-Museums f. 1906 S. 90, 91). Außerdem in Livland auf Morästen, z. B. bei Dorpat nicht selten. Nach Oshanin, Verz. d. paläarkt. Hemipt. (Petersburg 1908 S. 458) bei Petersburg, Yamburg und in Ingrien gefunden.«

Herr Prof. Dahl schreibt mir ferner: »Eine hochnordische Spinne, die innerhalb Deutschlands bisher nur auf dem Augstumal-Moor gefunden wurde, ist *Lycosa hyperborea* Thor. Sie kommt auf den dichteren und festeren, ganz freiliegenden Torfmoorpolstern, nicht zwischen Gebüsch daselbst, vor. Die Exemplare sind alle verhältnismäßig klein und entsprechen der von Thorell unterschiedenen Varietät »*minor*«. Am nächsten steht die Art der *Lyc. saltuaria* L. Koch, welche in den Alpen und im

Riesengebirge über der Baumgrenze und dann wieder von Mittelskandinavien an vorkommt«[1]).

Das Tierleben ist in den Hochmooren zwar vergleichsweise gering, aber manche gesellige Insekten wie die Mücken, die ihre Eier in ruhigem Wasser absetzen, namentlich in den etwas nahrungsreicheren Wasserstellen der Hochmooränder, sind nur gar zu oft ebenso wie in Flachmooren eine Plage, so daß die carnivoren Hochmoorpflanzen in der Zeit ihrer größten Lebenstätigkeit sehr reichlich Gelegenheit haben, Insekten zu fangen und dadurch insbesondere ihren Stickstoffbedarf zu decken; es sind von Insekten nicht selten Käfer, Fliegen, Hautflügler und Motten, ja sogar große Schmetterlinge (*Pieris Daplidice* und *Rapae)* sind von H. v. Klinggraeff[2]) in Massen durch *Drosera* gefangen beobachtet worden. Sehr häufig habe ich auf ostpreußischen Seeklima-Hochmooren die Raupe von *Bombyx (Macrothylacea) rubi* L. gefunden. Es wird behauptet[3]), daß die Flüssigkeit in den kannenförmigen Blattstielen der *Sarracenia purpurea* gewissen Moskito-Larven als Aufenthalt dienen. Es scheint aber Hochmoore zu geben, die von Mücken und Moskitos so weit frei sind, daß von einer »Plage« nicht zu reden ist. Für Amerika gibt B. Smith (nach der engl. Zeits. »Nature« vom 15. Okt. 1908 S. 607) an, daß Moskitos in Gegenden mit vielen *Sphagnum*-Mooren sehr zurücktreten.

Von anderen Insekten sind die sonst in der Umgebung vorhandenen auch dann auf Hochmooren vorhanden, wenn sie dort ihre Nahrung finden, so werden die Krüppelkiefern auch von der

---

[1]) Vergl. zu dem obigen Gegenstand über hochnordische Tiere auf unseren Hochmooren: L. Fredericq, La faune et la flora glaciaires du plateau de la Baraque-Michel (Point culminant de l'Ardenne). (Bull. Acad. roy. Belgique. Bruxelles 1904). Die Abhandlung von Johannes Schilde, Selektionskritische Seitenblicke ins Insektenleben auf nordischen Mooren. (Entomologische Nachrichten, herausgeg. von Katter, Berlin 1884 S. 3—9) habe ich für meinen Zweck nicht ausnutzen können, denn sie berichtet nur über Insektenbeobachtungen auf einem Moorgelände, dessen Zugehörigkeit zu einem der Moortypen nicht hinlänglich klar ist.

[2]) v. Klinggraeff, Schmetterlingsfang der *Drosera anglica* (Naturwissenschaftliche Wochenschrift vom 27. April 1890).

[3]) Fred. V. Theobald, Mosquitoes and peat (Nature. London, v. 15. Okt. 1908, S. 607).

Nonne (*Ocneria dispar*) besucht; ferner wären auch die parasitisch auf dem Wilde lebenden zu nennen, insbesondere die Hirschlaus. Große, jungfräuliche Hochmoore sind bei uns — namentlich in Ostpreußen — Zufluchtsstätten für das Wild und vieles andere Getier, das bei der beständigen Unruhe, die das kultivierte Land bietet, dorthin sich zurückzieht, aber seine Äsung wo anders sucht. Kreuz und quer, oft dicht beieinander, ziehen Wildwechsel durch, in denen oft Wasser steht, so daß man an sehr schmale Rüllen erinnert wird, aber das Wasser fließt nicht und die typische Rüllen-Randflora fehlt. Hervorragend ist nach der angegebenen Richtung die Zehlau, die am Rande auch stets Kraniche beherbergt, die dort einen ruhigen Brut- und Wohnort finden. Schon HENNENBERGER (Ercleruug der Preußischen größeren Landtafel, Königsberg 1595) berichtet: der »Zela Morrast« ist ein sehr großes Morrast oder Gebruch . . ., auf welchem im Sommer die Kranche jungen ziehen. . . . .«

CH. A. DAVIS (Peat 1907 S. 165) macht auch auf das zeitweilig reiche Vogelleben auf nordamerikanischen Hochmooren aufmerksam, wobei die vielen Beeren tragenden Pflanzen, u. a. *Aronia nigra*, das Anziehungsmittel sind.

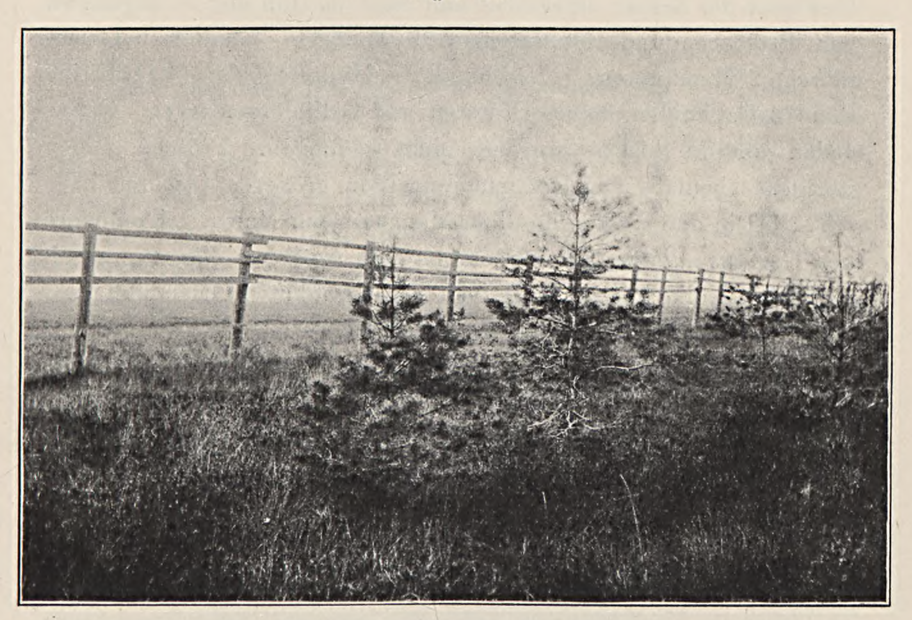
Auf den trocknen Bulten ostpreußischer Hochmoore bemerkt man nicht selten Kreuzottern; namentlich halten sie sich gern am Rande der Hochmoore auf und auf trocknen und toten Hochmoorstrecken; sie sind auch in den Vorzonen zum Hochmoor zu finden.

Regenwürmer und Maulwürfe finden sich — wie auf allen Mooren — auch auf Hochmooren oft schnell ein, wenn der Wasserstand nur um ein Geringes unter das Oberflächen-Niveau dauernd gesenkt wird, da die bleibende Feuchtigkeit bei der Nähe des nunmehrigen Grundwasserspiegels den Regenwürmern sehr dienlich ist. Höhenhochmoore werden hingegen gelegentlich von Maulwürfen auch schon vor stärkerer Entwässerung besucht, und das ist ja bei ihrer größeren Trockenheit — gehören sie doch zum Landklima-Hochmoor-Typus — erklärlich. Ich sah hier und da Maulwurfshaufen am Rande von Höhenmooren des Iser- und Erzgebirges.

Wo großes Wild in beträchtlicher Zahl geschont wird, kann

das auf den Habitus des Hochmoorgeländes stark verändert wirken, insofern als dann z. B. der Bestand größerer Gehölze mehr oder minder vollständig verschwinden kann durch Wildverbiß und Abweiden des Anflugs. Dem Bredszuller Moor im Memeldelta fehlen deshalb auf sehr große Strecken Krüppelbäume gänzlich: Fig. 13[1]). Daß selbst der schwere Elch die Hochmoore in Ostpreußen regel-

Figur 13.



Hochmoor von Bredszull im Memeldelta.

Diesseits des Wildzaunes mit Krüppel-Kiefern, jenseits, im Elch- und Waldrevier, ohne Baumwuchs.

mäßig besucht, wird ihm durch die weite Spreizbarkeit seiner langen Hufe ermöglicht. Auch die im weichen Boden mitwirkenden Afterklauen helfen mit, einem Einsinken des Tieres entgegenzuwirken.

¹) Es sei die Gelegenheit benutzt, auf das Gemälde von Rich. Friese »Bredszuller Moor« hinzuweisen, das mit seinem Elch eine sehr gute Anschauung von diesem Moor gibt. Das Bild befindet sich in der Gemäldegallerie der Stadt Königsberg.

Diese zum Teil durch die Kultur bedingten Verhältnisse dürfen aber nicht auf das Tierleben der Hochmoore unter Naturzuständen übertragen werden. Sehen wir die Tierwelt an, die zum Hochmoor selbst gehört, so ergibt sich eine relativ sehr spärliche Arten- und Individuenzahl, bedingt durch die einheitlichen Bedingungen und die geringe Nahrung, die auch für Wassertiere spärlich ist. A. Protz hat 1905 (Physik.-ökon. Ges. zu Königsberg i. Pr.) die Gewässer der Zehlau untersucht und fand im Juli nur — abgesehen von Protozoen und Rotatorien — 29 Tierarten, nämlich 5 Coleopteren, 2 Hemipteren, 1 Arachmide, 4 Hydrachmiden, 1 Oribatide und 12 Daphniden, sowie Dipteren und Orthopterenlarven. Ostracoden und Mollusken wurden nicht gefunden. Frösche fehlen übrigens ebenfalls den Hochmooren. Von größeren Insekten habe ich selbst in den Kolken nördlich Mauchern nur einmal 2 Exemplare von *Gyrinus natator* und 1 Exemplar von *Notonecta glauca* gesehen und diese Kolke liegen nicht weit von bewohnten Orten und sind überdies vielleicht von Quellen beeinflußt.

C. A. Weber gibt im »gelblich-weißen«, also im Sphagnetum-Torf des Augstumal-Moores (1902 S. 15) an »wenige Chitinreste (Eihüllen von Würmern usw.)«. »Hochmoortönnchen«, das sind Cocons von *Nephelis*, sollten — ihrem Namen entsprechend — für Hochmoortorfe charakteristisch sein. Ich habe mich aber vergeblich bemüht, im Torf jungfräulicher Seeklima-Hochmoore solche »Tönnchen« zu finden; jedenfalls sind sie also selten und können nicht als generelle Vorkommnisse angesehen werden. Auch erwachsene Exemplare von *Nephelis* habe ich in Schlenken, Teichen und dergl. auf jungfräulichem Seeklima-Hochmoor nicht beobachten können, jedoch kommen sie auf totem Hochmoor usw. vor. Bei solchen Untersuchungen sind stets die speziellen Umstände zu berücksichtigen. So kann man gelegentlich auch einmal an Rüllen selbst Gehäuse tragende Mollusken, wie *Planorbis* finden, wenn nämlich das Wasser der Rülle wesentlich einer außerhalb des Hochmoores entspringenden, Kalk führenden Quelle entstammt. Das war z. B. der Fall bei der Rülle, die auf dem Großen Moosbruch von Norden herunter auf die Kolonie Elchtal zufloß.

Eine Anreicherung von Nahrung und zwar durch Exkremente

namentlich in den Hochmoorteichen findet durch die oft sehr zahlreichen Vögel statt, die die Teiche aufsuchen. Bei den gewaltigen Scharen von Enten, aber auch von Gänsen und Kranichen, die ich auf und an den abgelegenen Teichen immer wieder beobachtet habe, Scharen, die freilich hier mehr Ruhe suchen als Nahrung, die wenigstens auf unseren Seeklima-Hochmooren nur sehr spärlich vorhanden ist, kann unter Umständen die Zufuhr an Nährstoffen nicht gering sein.

Hochmoorgewässer.

Die Hochmoorgewässer sind allermeist sehr still und klar trotz der oft bräunlichen Farbe. Ordentliche Wasserblüte habe ich nie gesehen. Nur die Hochmoorbäche, die Quellen ihren wesentlichen Ursprung verdanken und dann nahrungsreicher sind, können sich u. a. durch starke Algenbesetzung auszeichnen.

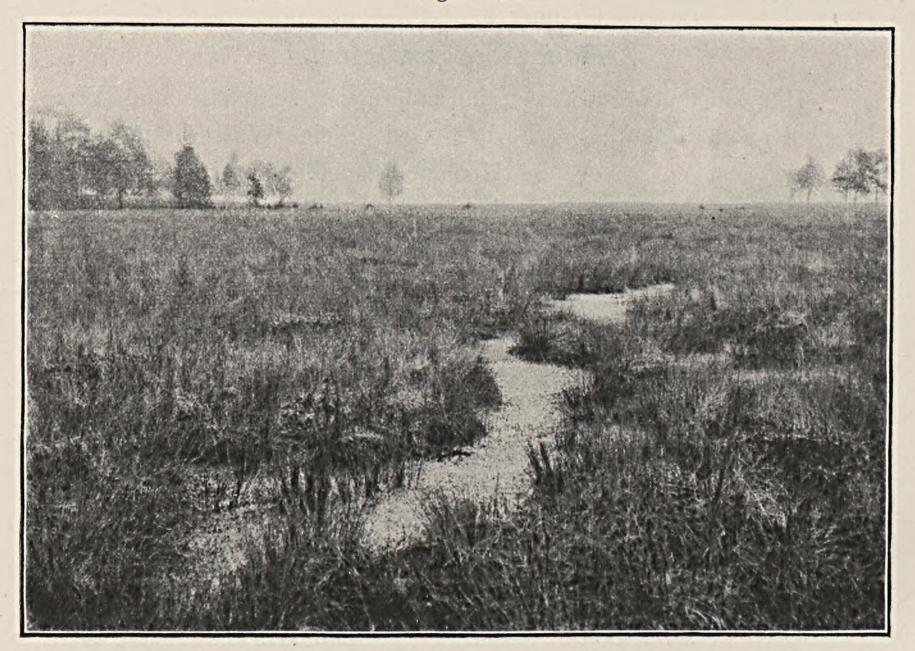
Die Wasserstellen und Gewässer scheiden sich in 1. Schlenken, 2. Teiche und Seen, sowie 3. Bäche, die gemeinhin Rüllen genannt werden.

1. — Schlenken sind mit Wasser besetzte oder nasse Stellen, oft von gestreckter Form zwischen den Bulten bezw. den tieferen Stellen einer bultigen Oberfläche, wenn sie auffälliger durch Nässe hervortreten, oder ausgetrocknet durch Wasser wesentlich beeinflußt sind. Hier wachsen Wasserpflanzen und starke Nässe liebende Pflanzen, besonders Wasser-Sphagnen, die untergetaucht leben und in trocknen Perioden oder bei Entwässerungen schnell absterben. Dann sieht man die Schlenken als humusfarbige Bänder zwischen Bulten auftreten, weil in dem angegebenen Fall die abgestorbenen Pflanzen durch den Einfluß der Luft sich schneller zersetzen, die Humation schneller vonstatten geht. Beispiele von Schlenken und von schlenkigem Terrain bieten unsere Fig. 14 und 15.

2. — Die Hochmoor-Teiche und -Seen (Bd. I S. 54 u. S. 57, Fig. 7, Bd. II S. 182 Fig. 29) nennt man in manchen Gegenden Augen, in anderen Bläcken, Blecken, Blänken, Gesäre (Erzgebirge), Kolke, Lochs, in den Mooren östlich und westlich der Ems spricht man von Meeren, sonst auch zum Teil hier und

wo anders von Moorseen, Seeblecke, Seeblicken, Seefenster (u. a. in Österreich), Seelacken (Böhmer-Wald), Torfseen usw. Die Litauer mit ihren vielen und großen Hochmooren wenden ebenfalls eine Anzahl besonderer Namen an, so Bedugnis (d. h. ohne (-be) Grund (-dugnas), von Deutschen verbalhornt in Padugnis usw.), Burbolinen (burbulas = Wasserblase) heißen sie

Figur 14.



Schlenke, die durch Sphagnum im Zuwachsen begriffen ist.

Bredszuller Hochmoor im Ibenhorster Forst (Memel-Delta).

auf den Kreis- und anderen Karten des Großen Moosbruchs, Dumble usw. Ein in seinem Zentrum mit vielen Seen und Teichen besetztes Hochmoorgelände veranschaulicht die Fig. 16 und zwei dieser Wasserstellen aus der Nähe gesehen die Fig. 17. Ihre Genesis hat schon A. Pokorny richtig angegeben[1]), indem

---

[1]) Pokorny, Nachrichten über den Laibacher Morast und seine Vegetations-Verhältnisse. (Verhandl. zool.-botan. Ges. Wien 1858 S. 354).

Figur 15.



Schlenke auf einem schwedischen Hochmoor.

Die Photographie verdanke ich der Moorkultur-Station in Jönköping.

Figur 16.



Hochmoorgelände nördlich von Mauchern, im Zentrum mit Teichen und Seen.

Der Vordergrund ist ein Teil einer aus dem Moor aufragenden Diluvialinsel.

Mit dem Teleobjektiv von dem Vermessungsturm aus für mich aufgenommen von Herrn Otto Roth.

er sagt: Solche in Mooren vorkommende Tümpel pflegen in aufsteigenden Quellen . . ihre Ursache zu haben. . . Andererseits sind sie öfter nur mit gewöhnlichem Moorwasser ausgefüllt, welches . . . in Hochmooren einen beträchtlich höheren Wasserspiegel hat, als benachbartes fließendes Wasser.« Nach meinen Erfahrungen und Eindrücken überwiegen die von Quellen unabhängigen Teiche und

Figur 17.



**Hochmoorteiche mit Nymphaea
im nördlichen Teile des Großen Moosbruchs (Memel-Delta).**
Aufgenommen am 25. September 1907.

Seen auf den Hochmooren bei weitem; es findet sich in ihnen der Überschuß des aufs Moor gelangten Wassers. In diesen Seen können auch Pflanzenarten wachsen, die sonst dem Hochmoorpflanzen-Verein fremd sind, wie *Nymphaea alba*, auch *N. candida*; die spärliche, wenn auch in den Wässern etwas angereicherte Nahrung gestattet aber meist kein üppiges Auftreten solcher

Arten. Am Rande der Seen stehen bei ihrem frischeren Wasser gern etwas größere Bäume, die sich gelegentlich so auffallend um sie herumdrängen, daß man auf der Hochmoorfläche die Seen schon von weitem an diesem Baumwuchs erkennt. Besonders handelt es sich bei uns um *Pinus silvestris* und *Betula pubescens*, auch um *Picea excelsa*. Die Seen resp. Teiche können mehrere Meter tief sein; es ist vielfach gewissermaßen ein langsames stellenweises Auseinanderweichen des Torfes der Hochmoorfläche anzunehmen: die Aufbruchsstellen müssen dann natürlich Seen oder Teiche sein. Vielfach müssen die Stellen mit Seen sehr dauernd dieselben Stellen besetzt halten, denn nicht selten (in NW-Deutschland) werden sie von Waldmoorbildungen unterlagert, die auf die lange an diesen Stellen vorhanden gewesene etwas reichere Nahrung hinweisen. Wenn die Kolke Quellen ihren Ursprung verdanken oder durch solche unterstützt werden; so versteht sich das Festhalten ihres Ortes von selbst.

Zwischen den Wasserstellen und den Wasserpflanzen (besonders Wasser-Sphagnen) und Wasser liebenden Pflanzen des Hochmoors findet ein ständiger Kampf um den Platz statt; es können dadurch Hochmoorsümpfe und Schwinghochmoor-Strecken entstehen. Schlenken verwachsen natürlich besonders schnell wieder, Fig. 14. Vergl. auch Bd. I S. 56 Fig 7: ein durch *Sphagnum* verlandender See.

Hochmoorsümpfe würden diejenigen Gelände sein, die breiigen, nicht begehbaren Torf enthalten, während die zunächst durch Verlandung entstehenden auch außerhalb des Moorgeländes vorhanden sind, nämlich dort, wo es sich überhaupt um sehr nahrungsschwache Wässer handelt, die der Versumpfung durch Organismen anheimfallen. Die Verlandung von Wasserstellen auf Hochmooren und in nahrungslosen Gewässern überhaupt geschieht durch andere Pflanzen-Vereine als diejenigen nahrungsreicher Gewässer: Fig. 1. Hier spielt von *Sphagnum*-Arten bei uns besonders *S. cuspidatum* eine hervorragende Rolle, auch *Hypnum fluitans* kann große Moos-Schwingflächen erzeugen. In einem Hochmoorteile im südlichen Kehdinger Moor bei Stade fand ich reichlich das

Braunmoos *Jungermannia (Lophozia) inflata*[1]). Der Bd. II S. 182 Fig. 29 abgebildete Hornsee (Wilde See) im Schwarzwald mit *Sphagnum*-Rasen ist eine Wasserstelle (ein großer Teich) in einem Hochmoor. Solche Wässer sind zwar nahrungsarm aber immerhin nahrungsreicher als der umgebende Hochmoorboden. Es kann daher nicht wundernehmen, wenn hier auch Arten als Verlander auftreten, die sonst vorwiegend in nährstoffreicheren Boden zu finden sind, wie zusammen mit großen *Sphagnum*-Teppichen ein großer *Carex riparia*-Bestand an der Luv-(West-)Seite des Hornsees mit vielen Exemplaren bis 1,80 m lang; diese Art ist sonst für die fruchtbaren Marschgegenden charakteristisch. *Eriophorum angustifolium*, die sonst eine Flachmoorwiesen-Pflanze ist, im Gegensatz zu der Hochmoor-Art *E. vaginatum*, bekleidet am Rande des Hornsees an einer anderen Stelle eine große Schwingmoor-Partie. In der Lüneburger Heide spielt als Verlander in gleichem Falle auch *Rhynchospora alba* eine große Rolle, in den östlichen Provinzen des Königreichs Preußen *Scheuchzeria palustris*. In und an den fast verlandeten Hatzseen in der Lüneburger Heide, die überdies als Tränken für die Heidschnucken durch ihre Exkremente Nahrungszufuhr und Veränderung im Pflanzenbestande erfahren, notierte ich August 1905 die folgenden wundervoll abgegrenzt entwickelten Zonen: 1. im Zentrum, im Wasser stehend *Glyceria fluitans* und *Scirpus palustris*, 2. Am Rande im Wasser *Sparganium diversifolium*, darauf folgten nach der Landseite 3. eine *Sphagnum*-Zone (mit *Sphagnum* der *acutifolium*-Gruppe) mit *Agrostis canina stolonifera* und *Scirpus palustris*, dann 4. eine Zone mit *Hydrocotyle*, *Agrostis canina communis* und *Polytrichum strictun* (worauf dann auf dem vollständig Trocknen 5. eine Zone mit *Erica Tetralix*, sodann 6. mit *Calluna vulgaris* und *Juncus squarrosus* folgte).

Vergleicht man solche Bestände mit jenen nahrungsreicher Wässer, wie sie im Kapitel Flachmoore Bd. II S. 162—185 angeführt wurden, so ergibt sich meist ein beträchtlicher Unterschied, der sich auch durch die kleineren Pflanzenformen in den

---

[1]) Freundlichst bestimmt von dem Bryologen Herrn Loeske.

letzterwähnten Fällen gegenüber den größeren in den zuerst behandelten jedermann auffällig macht.

Der Schwingmoorteppich wird naturgemäß nach Maßgabe seines Alters immer mächtiger durch die an der Oberfläche stetig weiter erzeugte organische Substanz und dem allmählichen Einsinken in das Wasser, so daß die Oberkante des Schwingmoores in derjenigen des Wassers bleibt; die Decke kann schnell begehbare Mächtigkeit erreichen, besonders wenn der Wind die in das Wasser hinauswachsenden *Sphagnum*- usw. Rasen immer wieder ans Ufer drückt und Glumifloren-Bulte die Verlandung unterstützen. So ist es meist möglich, bis ans Wasser selbst zu treten. In manchen Fällen aber verdrängen Land-*Sphagna* in kompakter Masse und gleich mit Ericaceen durchsetzt das Wasser, so daß auch eine solche Wasserkante wie eine kleine Steilküste aussieht; so sah ich wiederholt die Verlandung nahrungsschwacher Gewässer (nicht auf Hochmooren, wo ich dort Kolke überhaupt nicht beobachtete) im östlichen Waldgebiet Süd-Canadas vor sich gehen; vielleicht ist sie für extreme Gebiete mit Landklima charakteristisch.

Das Schwinghochmoor am Nordufer des Pechsees im Grunewald bei Berlin, Fig. 1, ist ein Sphagnetum. Es lassen sich 4 Zonen unterscheiden:

1. Am Rande des Wassers selbst, das sehr nahrungsschwach ist (mit Ammoniumoxalat versetzt, gibt es — z. B. im Gegensatz zum Grunewaldsee — gar keinen Niederschlag von Calciumoxalat), aber doch immerhin etwas reicher als das Moorwasser selbst, wächst *Carex canescens*, *Carex limosa*, (*Carex rostrata*), *Scirpus palustris*. — 2. Dann folgt in schmaler Zone ein Bestand von *Sphagnum* und *Juncus effusus*. — 3. Sodann eine breitere Zone wiederum natürlich mit *Sphagnum*-Boden, mit etwas *Polytrichum strictum*, Anflug von *Pinus silvestris*, der schon in 2 beginnt. Ferner sind bemerkenswert *Juncus effusus*, *Eriophorum vaginatum*, (*Scheuchzeria palustris*), *Ledum palustre* (kleinblättrige Hochmoorform), *Vaccinium oxycoccus*, *Drosera rotundifola*. — 4. Die 4. Zone hat dann den Charakter eines kontinentalen Hochmoores, das sich hier noch besonders nach N hin erstreckt, mit *Sphagnum*, weniger wie in 3, *Poly-*

Figuren 18 und 19.





Rülle von Schießgürren im Hochmoor von Augstumal (Memel-Delta).
Auf dem unteren Bilde ist im Verfolg der Rüllenrichtung bis fast zum Horizont ein *Arundo phragmites*-Bestand sichtbar, der in dem oberen Bilde aus der Nähe wiedergegeben ist.
Aufgenommen am 31. August 1907.

trichum strictum, *Aspidium spinulosum*, *Pinus silvestris* in dichtem Bestand kleiner Exemplare und *Betula pubescens*, *Vaccinium oxycoccus*, *Drosera rotundifolia*, *Rubus idaeus*.

3. — Auch die Rüllen (Rillen) (Bd. I S. 54 und S. 57 Fig. 8) haben besonders bei den Litauern verschiedene Namen: Szoge, auch Schoje geschrieben (z. B. die Bindo Szoge auf dem Gr. Moosbruch) heißt allgemein Fließ und Flüßchen, auch Upit hat denselben Sinn.

Aus dem schon Bd. I S. 54 angegebenen Grunde werden die Rüllen von anspruchsvolleren Pflanzen begleitet, vergl. auch Fig. 18 u. 19, erst recht dann, wenn sie Quellen ihren Ursprung verdanken, wie z. B. die Bd. I S. 57 Fig. 8 abgebildete Rülle bei Elchtal. Solche Quellen mögen zuerst Quellmoorhügel gebildet haben (vergl. hinten). Das Wasser der Rüllen erreicht schließlich den Rand des Hochmoors und vernäßt ihn; wir sehen daher auch hier Verlander nahrungsreicher Gewässer und sonstige Flachmoortypen wieder auftreten, indem sich bei uns dann besonders gern eine Hochmoorvorzone mit *Arundo phragmites* (Bd. I S. 53 Fig. 5) entwickelt, deren Einfluß durch die Rülle topographisch deutlich zu verfolgen ist.

Kleinere Rüllen beschränken sich oft auf die Vernässung des Hochmoorrandes, wo sie sich zu beiden Seiten verlaufen, bedeutendere aber können ihren Einfluß weit in die eventuell vorgelagerten Moorzonen bemerkbar machen und diese auch als Wasserlauf durchfließen. In den dem Hochmoor vorgelagerten Zonen südöstl. Nemonien ist oder war dies der Fall; aus der Zehlau fließt ins Vorland ein tüchtiger Bach hinein, dieses bis zum Anschluß an den nächsten Fluß durchlaufend. In Zwischenmooren ist dann der Floren-Gegensatz besonders auffällig. Bei Nemonien sind in dieser Moorzone durch den Rüllen-Einfluß dort, wo sie vor der Entwässerung verlief, vorhanden: *Aspidium thelypteris*, *Arundo ph.*, *Calamagrostis lanceolata*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Lysimachia thyrsiflora* usw.

Das Ufer der Rüllen läßt oftmals deutlich Zonen erkennen, die parallel zu ihr verlaufen und ihre mit der Entfernung abneh-

menden Einflüsse der Nahrungs-, Sauerstoff- und Wasserzufuhr zu erkennen geben. So zeigte mir ein Teil der Schießgirrener Rülle des Augstumalmoores (bei Heydekrug, Ostpreußen), die nach WEBER (1902 S. 109) Quellwasser führt, 3 Zonen, nämlich 1. im und unmittelbar am Wasser *Lysimachia thyrsiflora*, *Arundo phragmites*, dann folgte 2. eine Sphagnetum-Zone mit *Carex rostrata* und *Scheuchzeria palustris*, sodann folgte 3. eine solche mit *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Cladonia rangiferina*, auf den Bulten auch etwas *Polytrichum strictum*, durch diesen Bestand darauf deutend, daß die Rüllen aus ihrer Nähe das Wasser abziehen können, wie das ein künstlicher Graben tut, und so vermögen auch die Rüllen eine kleine Annäherung an die Vegetation toter Hochmoore zu schaffen.

An und in der Rülle nördlich Elchtal, die — wie schon gesagt — ebenfalls Quellwasser führt, das von der inmitten aus dem Moor aufragenden Diluvialinsel, auf der Mauchern liegt, Fig. 16, herstammen dürfte und so kalkreich ist, daß selbst die für ihre Schalenbildung bedürftige *Planorbis corneus* in der Rülle lebt, waren auffällig: Algenwatten, *Marchantia*, *Aspidium thelypteris*, *Arundo phragmites*, *Carex canescens*, *Carex disticha* od. *elongata*, *Carex filiformis*, *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna minor*, *Calla palustris*, *Nymphaea alba*, *Betula pubescens* in etwas größeren Bäumen, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa tenuifolia*, *Menyanthes trifoliata*, *Lysimachia thyrsiflora*.

Der Rüllentorf unterscheidet sich auffällig durch seine schwarze Farbe von dem umgebenden hellen Sphagnetum-Torf.

Große, tiefer ins Moor eingesenkte Rüllen haben Hänge, die naturgemäß bei ihrer stärkeren Abböschung und dadurch leichteren Entwässerung im ganzen mehr die Flora von Bulten zeigen. Dasselbe ist der Fall an den Hängen, die größere Hochmoor-Flächen begrenzen. In den Moorgeländen des Memel-Deltas usw. ist dieser Hochmoor-Randhang eine Kiefern-Ledum-Zone mit kleinen Kiefern, die aber dicht stehen. Es ist begreiflich, daß solche Hänge wegen der stärkeren Entwässerung in ihrem Vegetations-Charakter an unsere Landklima-Hochmoore erinnern.

C. A. Weber hat den Vegetationsbeständen vom Übergang vom Hochmoor in das Vorgelände (1902 S. 126—131) eine Darstellung gewidmet.

Südöstlich und südlich von Nemonien fand ich in der durch Vernässung von (freilich jetzt wegen Kultivierung großer Hochmoor-Plateau-Strecken nicht mehr fließenden) Rüllen gebildeten Röhricht-Hochmoor-Vorzone die folgenden Pflanzenarten. Diese Zone ist in floristischer Hinsicht das ergiebigste Gelände des ganzen Moores (Jagen 29 und 31). Um die Liste richtig würdigen zu können, ist nicht nur ein Vergleich derselben mit den früher gebotenen Listen notwendig, sondern auch mit den später gebrachten, welche sich mit der eintönigen Flora des Hochmoorplateaus beschäftigen.

Am auffälligsten ist ein lockerer Bestand von *Arundo phragmites!* Andere Gramineen sind *Calamagrostis lanceolata! C. neglecta.* Gehölze sind: *Betula pubescens!* (kleine Exemplare), (*Picea excelsa:* kleine Exemplare), *Salix Lapponum* u. a. *Salix*-Arten, die vom Elch stark verbissen sind. — Ericaceen besonders *Andromeda calyculata.* — Von Moosen ist außer *Sphagnum!* noch *Aulacomnium palustre* zu nennen. — Pteridophyten: *Equisetum limosum* und *Aspidium thelypteris.* — Unter den Monocotyledonen überwiegen die Cyperaceen: *Carex chordorrhiza, Carex dioeca, Carex filiformis, Carex limosa, Carex paradoxa, Carex pauciflora, Carex rostrata, Eriophorum vaginatum* (aber auch *Eriophorum angustifolium*). Andere monocotyle Stauden sind: (*Typha latifolia*), *Triglochin palust., Scheuchzeria palustris,* (*Iris pseudacorus*). Besonders reichlich vertreten sind Orchidaceen: *Corallorrhiza innata, Epipactis palustris, Liparis Loeselii, Listera ovata, Microstylis monophylla,* (*Orchis incarnata*), *Orchis macul. elodes! Platanthera bifolia.* Schließlich sind noch zu nennen von dicotylen Stauden: (*Cicuta virosa angustifolia*), *Cirsium palustre, Comarum palustre, Drosera rotundifolia, Epilobium palustre, Galium palustre, Lychnis flos cuculi, Lysimachia thyrsiflora, Menyanthes trifoliata,* (*Myosotis palustris*), (*Pirola uniflora,* an Bäumen), *Rumex acetosa, Stellaria palustris.*

Man sieht hier wie an den Rüllen manche Flachmoorformen

auftreten, wie überhaupt ganz allgemein floristisch ein Rückschlag nach den vorausgehenden Moorzonen stattfindet.

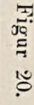
Gelegentlich sind große Gelände-Lappen, die in das Hochmoor eindringen, stark vernäßt, sei es, daß das ganze Terrain rüllig ist, sei es, daß sonst eine Ursache dafür vorhanden ist; oft mögen quellige Stellen des Untergrundes solche Vernässungs-Gebiete bedingen. Auf dem vom Landesgeologen Dr. KAUNHOWEN geologisch aufgenommenen Meßtischblatt Nemonien sind die Vernässungs-Gebiete eingetragen. Ihre Flora tendiert wie die der Rüllen zum Zwischen- und Flachmoor.

Das große, breite Vernässungsgebiet im südöstl. Teil des Nemoniener Hochmoores war 1911 in dem noch erhaltenen Teil (der größte Teil ist kultiviert) durchweg bestanden mit *Arundo phragmites*. Der Boden trägt oft mehr Braunmoose als Sphagnen. Von sonst charakteristischen, überall ziemlich gleichmäßig vertretenen Arten seien genannt an Gehölzen, und zwar überall ziemlich gleichmäßig verteilt sind *Salix repens* und zwar die breitblättrige aber auch schmalblättrige Form, ganz niedrigstrauchige Exemplare von *Betula pubescens*, von Kräutern *Equisetum limosum*, *Cardamine pratensis angustifoliola*, *Carex paradoxa* (*C. stricta* nur? am Rande, wo das kultivierte Gebiet vielleicht schon größeren Einfluß hat), *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Drosera rotundifolia*, *Rumex acetosella*, *Stellaria palustris*, *Menyanthes trifoliata*..

Von solchen Hochmoor-Vernässungsgebieten bis zum reinen Seeklima-Hochmoor-Bestand gibt es natürlich alle Übergänge. Das in der Fig. 20 wiedergegebene Gebiet aus dem südöstlichen Teil des Großen Moosbruches nördlich von der Mehlaukener Forst in Ostpreußen ist ein solches Gebiet. Hier ist zwar Sphagnum als Bodendecke so gut wie ausschließlich vorhanden, aber es sticht spärlich hier und da etwas *Arundo phragmites* durch.

Der im Nemoniener Gebiet zwischen der S. 80 angegebenen Röhricht-Hochmoor-Vorzone und dem Hochmoor-Plateau eingeschaltete (etwas trocknere) Hochmoorhang trug die folgende Flora, die im Gegensatz zu der Röhricht-Zone wesentlich mehr

Figur 20.



Seeklima-Hochmoor. Blick in den südöstlichen Teil des Großen Moosbruchs nördlich der Mehlaukener Forst in Ostpreußen.

An einer stark vernäßten Stelle. Es sticht spärlich *Arundo phragmites* durch. Das Terrain ist gleichzeitig etwas rüllig. (26. Sept. 1909.)

Trockenheit liebende Arten aufweist (Jagen 26, 32, 42, 43, 54, 55); auch das besonders reichliche Vorkommen von Kreuzottern und Eidechsen (*Lacerta agilis*) deutet auf die größere Trockenheit: in einem Falle fand ich sogar einen Regenwurm. Die folgende Liste ist ebenfalls zu ihrer richtigen Würdigung außer mit vorausgehenden mit den folgenden zu vergleichen.

Gehölze: *Pinus silvestris!* (kleine Exemplare, aber dichter Bestand; Triebe kurz, aber die letzten Jahre langtriebig als Anzeichen für die Entwässerung), (*Picea excelsa*-Anflug), (*Alnus glutinosa*, gelegentlich kleine Büsche), (*Betula pubescens*-Anflug), (*Rhamnus frangula*), (*Sorbus aucuparia*). — Ericaceen: *Andromeda calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre!* (*Vaccinium Myrtillus*), *V. oxycoccus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*. — Außerdem *Empetrum nigrum*. — Von Moosen sind außer *Sphagnum!!* vorhanden: *Aulacomnium palustre*, *Hypnum Schreberi* usw., *Mnium*, *Polytrichum strictum*. — Cyperaceen: *Carex canescens*, *C. elongata*, *Eriophorum vaginatum*. — Dicotyle Kräuter: (*Cirsium silvaticum*), (*Comarum palustre*), *Drosera rotundifolia*, *Galeopsis*, *Pirola minor*, *P. uniflora*, *Ramischia secunda*, *Rubus chamaemorus!*

Ganz allgemein und fast nur da nicht mehr vorhanden, wo die Kultur Änderungen bewirkt hat, sind die Hochmoore umgeben von diesem nach den auffälligten Arten am besten als *Pinus-Ledum*-Hochmoor-Vorzone zu bezeichnenden Rand, mit dicht stehenden Kiefern und groß aufwachsendem *Ledum*. Diese Vorzone kann unter Umständen recht breit sein.

A. Seeklima-Hochmoore.

Abgesehen von den, durch besondere Bedingungen veranlaßt (Rüllen usw.) auf unseren Hochmooren wachsenden Arten, die sonst für Flachmoore u. dergl. charakteristisch sind, ist doch die Vegetation der Hochmoore eine gegenüber den früher genannten Moor-Typen durchaus selbständige und zwar dies am energischsten ausgedrückt auf den Seeklima-Hochmooren (Küsten-

hochmoortypus)[1]. Das echte ordentliche Hochmoor dieser Klasse wird so vorwiegend von *Sphagnum* gebildet, daß man zu der Zeit, wenn die Cyperaceen noch nicht emporgewachsen sind, fast nur einen ausgedehnten Moos-Teppich sieht. Denn wo die Feuchtigkeitsverhältnisse so günstig für das üppige Wachstum von *Sphagnum* liegen, daß dieses durch schnelles Hochwachsen die sonstigen in seiner Gemeinschaft lebenden, aber nicht so schnell mitwachsenden Arten, wie *Ledum*, *Andromeda* (vergl. Bd. II S. 140 die Fig. 20) usw. usw. zu ersticken vermag, da haben wir ein reines Sphagnetum-Hochmoor.

Auf den eigentlichen Hochmoorflächen sind dann nur noch in ewiger Wiederholung wenige Arten vorhanden. Alles wird vom *Sphagnum* bedrängt und wächst in kleinen Exemplaren auf, wie z. B. in Ostpreußen auch *Rubus chamaemorus*, die überdies hier steril bleibt, aber auf entwässerten Stellen kräftig aufwächst und dann auch Früchte erzeugt. Nur *Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* sind an nassen Stellen in ihrer vollen Ausbildung vorhanden.

Der Seeklima-Hochmoortypus ist bei uns in den Gebieten stärksten Regenfalles sehr verbreitet oder, besser gesagt verbreitet gewesen, also in NW.-Deutschland und dann an der Küste bis zum Gebiet des Kurischen Haffs und von Finland[2]. Unsere hauptsächlichsten Hochmoore sind und waren solche vom Seeklima-Typus.

P. Graebner äußert sich so[3]: »Im regenreichen Nordwestdeutschland und an den ähnlichen Küstengebieten des Ostens wird durch *Sphagnum* oft die ganze Vegetation des Flachmoors bald unterdrückt. Je weiter man jedoch nach dem östlichen Binnenlande vordringt, einen desto schwereren Kampf kämpfen die *Sphagnum*-Massen mit ihren Begleitern, desto mehr zieht sich die reine *Sphagnum*-Vegetation in den Schutz anderer Pflanzen namentlich der Bäume zurück. Die Folge ist, daß in feuchten Klimaten die

[1]) Potonié, Eine Klassifikation der Kaustobiolithe. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. vom 13. Februar 1908.

[2]) Vergl. hierzu G. Hellmann's Regenkarte von Deutschland. Berlin 1906.

[3]) In der 1. Aufl. des vorliegenden Werkes.

Zwischenmoortorfe meist verhältnismäßig schwach ausgebildet sind, während sich in trockneren, wärmeren Gebieten die fremden Beimischungen noch sehr lange, ja mitunter dauernd erhalten. Von den Waldbäumen verschwindet meist die Fichte bei üppigem *Sphagnum*-Wuchse zuerst und allmählich treten namentlich im Osten Norddeutschlands an Stelle der Bruchwaldpflanzen die Kiefer (namentlich *P. s.* var. *turfosa*) und die Besenbirke, *Betula pubescens* (häufig in der strauchigen Rasse *carpatica*).«

In Fortsetzung der im Vorausgehenden, S. 83, gebotenen Pflanzenarten-Listen der Moorzonen des bei Nemonien vorhandenen Moorgeländes nennen wir im Folgenden die Arten des sich an das dortige Zwischenmoor mit Einschaltung einer Hochmoor-Vorzone anschließenden Hochmoors des »Großen Moosbruchs«.

Der trockenere Randhang, der zwar auch einen *Sphagnum*-Teppich wie die Hochmoorfläche besitzt, ist meist ein dichterer Bestand kleiner Exemplare von *Pinus silvestris*, daneben ist viel *Calluna vulgaris* vorhanden (S. 83). Auf den Hang folgt dann die gewaltige Hochmoorfläche, deren Boden natürlich erst recht von Torfmoosen eingenommen wird. Die wesentlichen Flora-Bestandteile, in eintöniger, steter Wiederholung sind: Moose: *Sphagnum!!!! Aulacomnium palustre.* — Nadelholz: *Pinus silvestris*, sehr klein, sehr vereinzelt und meist verkrüppelt. — Cyperaceen: *Carex limosa! Scirpus caespitosus!! Eriophorum vaginatum!* (hier Federblume genannt; vergl. Bd. I S. 135), *Rhynchospora alba.* — Juncaginacee: *Scheuchzeria palustris.* — Ericaceen: *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus!* — Andere Dicotyledonen: *Drosera anglica! D. obovata*, *D. rotundifolia*, *Rubus chamaemorus.* — Besonders auf den trockenen Stellen, d. h. den Bulten: *Cladonia rangiferina*, *Polytrichum strictum*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum.* — (Verschleppt (vielleicht vom Wild) fand sich nur in einem Exemplar die kalkfeindliche *Rumex acetosella*).

Man vergleiche damit die Floren-Zusammensetzung eines im NW. Deutschlands gelegenen Hochmoores, als es zur Zeit GRISEBACH's[1]) zum Teil noch jungfräulich war, nämlich die Flora einer

[1]) GRIESEBACH, Bildung des Torfs in den Emsmooren 1846 S. 24 ff.

damals von dem Genannten Ende Mai 1844 besuchten, »durch die Kultur unverändert gebliebenen« Strecke des Bourtanger Moores. Seine »vollständige« Liste enthält nur 27 Arten: *Sphagnum acutifolium!!* Daneben (»accessorisch«): *Mnium palustre*, *Bryum caespiticium*, *Polytrichum piliferum*, *Eriophorum vaginatum! Scirpus caespitosus!* Accessorisch: *Drosera longifolia*, *D. rotundifolia*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Orycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Galium hercynicum*, *Scheuchzeria palustris* (selten), *Juncus conglomeratus* (stellenweise die Cyperaceen verdrängend), *Carex panicea*, *C. limosa* (sehr selten), *C. ampullacea* (1 Exemplar), *Scirpus pauciflorus*. — »Formation der Bulten«: *Erica Tetralix! Calluna vulgaris!* — Accessorisch: *Empetrum nigrum*, *Myrica Gale*, *Orchis helodes*, *Narthecium ossifragum! Lycopodium Selago*, *Cladonia rangiferina*, *Cl. coccifera*.

Bei Beurteilung dieser Liste ist natürlich die Zeit ihrer Aufstellung zu berücksichtigen, in der z. B. die Kenntnis der Sphagna noch nicht weit gediehen war; GRISEBACH hätte sonst mehr Arten angegeben: jedoch ist sie auch in der gegebenen Form für unseren Zweck ausreichend, um zu zeigen, wie groß die prinzipielle Übereinstimmung der alleröstlichsten und westlichsten Seeklima-Hochmoore ist.

Es ergibt sich aus den gebotenen Listen deutlich, daß sich gewissermaßen zwei Pflanzen-Vereine auf dem Hochmoor eng miteinander mischen, die eine könnte man die typische eigentliche Hochmoorflora nennen, die andere ist die Flora der Bulte, die diejenige der Zwischenmoore (abgesehen natürlich von den Zwischenmoor-Wasser- oder Sumpfpflanzen) ist. Durch das partielle Höherwachsen gewisser Sphagnen, gewöhnlich im Schutze aufkeimender Bäume oder von Ericaceen, bieten die Bulte trockenere, jedenfalls über dem Wasserstand mehr oder minder hervorragende Partien und dadurch den Standort für *Cladonia*, *Polytrichum*, *Calluna*, *Ledum*, *Myrica* u. dergl., und wenn die Bulte sich vergrößern, können sie sogar kleine bewaldete Parzellen veranlassen. Bei Zunahme des Hochmoors in die Höhe werden aber die Bulte oder die aus den Bulten hervorgegangenen trockeneren, bewaldeten

Stellen immer wieder vernäßt, so daß die Bulte und Bultstellen wieder verschwinden, um an anderen Stellen wieder zu entstehen. Auf der ganzen Oberfläche eines lebenden Hochmoors findet ein fortwährendes Entstehen und Vergehen von Bulten und aus Bulten hervorgegangenen größeren, trockeneren Strecken statt, so daß sich nachher im Sphagnetumtorf eingelagert flache, linsenförmige Bultlagen in den allerverschiedensten Größen vorfinden. Wo es sich um noch unreifen Sphagnetumtorf handelt, treten im Profil die Bultlagen als dunklere Teile oder flache, an den beiden Enden auskeilende Zonen deutlich hervor, meist nur als wenige Zentimeter mächtige Lagen, zuweilen aber, wenn eine bewaldete Stelle entstanden war, wesentlich mächtiger (vergl. Bd. I S. 103).

Um den für Hochmoore typischsten Vegetations-Verein zu erkennen, sind Hochmoorstrecken zu untersuchen, die von anderen Einflüssen als denen, die für die Entstehung von Hochmoor ausschlaggebend sind, möglichst unberührt geblieben sind. Die Pflanzen-Gemeinschaften auf den angeritzten Moorstrecken, und wenn sie auch nur wenig künstlich beeinflußt sind, können bei der Empfindlichkeit vieler Pflanzenarten für kleine Änderungen in den Umgebungs-Bedingungen auf keinen Fall zugrunde gelegt werden, um die für die verschiedenen Moortypen eigentlich charakteristischen Pflanzenarten kennen zu lernen. Dürfte doch im nordwestlichsten Deutschland *Scheuchzeria palustris*, die früher — wie die Reste in den Torfen lehren — dort auf Hochmooren häufig war nur durch die Entwässerungen ausgerottet worden sein, obwohl es dort trotzdem noch viele Hochmoorstrecken gibt, die, sollte man denken, naß genug geblieben sind, die aber jetzt durch Trockenperioden — wegen der Entwässerungen der Umgebung — leichter in Mitleidenschaft gezogen werden. Um die charakteristischen Arten kennen zu lernen, sind ausgedehnte, möglichst jungfräuliche Moorflächen zu untersuchen, wie sie gegenwärtig noch in Ostpreußen vorhanden sind, daß ich daher auch so vorwiegend herangezogen habe.

Als Paradigma und Ausgangspunkt für den Vergleich der Hochmoor-Typen untereinander sind daher die durchaus ganz

jungfräulich erhalten gebliebenen Seeklima-Hochmoore zu nehmen, bei denen das Gesagte der Fall ist. Sie stellen ein Extrem in der Ausbildung der Hochmoore dar. Die mehr oder minder weitgehende Annäherung, welche die anderen Hochmoortypen an den Seeklima-Hochmoortypus zeigen, oder ihre Entfernung von diesem Typus gibt ihren Sondercharakter an, der eben durch die floristischen Unterschiede gekennzeichnet wird. Da es über den Seeklima-Hochmoortypus nicht hinausgeht, ist bei allen anderen Hochmoortypen eine mehr oder minder weitgehende Tendenz zum Zwischenmoortypus (zum echten Heidemoor) oder auch zum toten Hochmoor selbstverständlich: der Unterschied der Hochmoore von dem reinsten Typus derselben, dem Seeklima-Hochmoor, kann nur nach der angedeuteten Richtung gehen. Wenn wir nun — um den notwendigen Ausgangspunkt zu gewinnen — die auf ein typisches Seeklima-Hochmoor lebenden Pflanzenarten feststellen, so sieht man, daß dies von den auf die Hochmoore überhaupt gehenden Pflanzen nur wenige sind; d. h. die echte Hochmoorpflanzen-Gemeinschaft, die übrig bleibt, wenn rein und ausschließlich Hochmoor-Bedingungen walten, umfaßt nur wenige Arten und unter diesen befinden sich überdies noch solche, die auf Seeklima-Hochmooren zwar regelmäßig gedeihen, aber hier durchaus nicht ihren Hauptstandort haben, sofern dieser durch volles üppiges Ausgestalten der Arten angegeben wird. Im Grunde genommen sind die allerextremsten, typischsten Seeklima-Hochmoorstrecken einfach Gelände mit einer *Sphagnum*-Decke und alle übrigen Pflanzentypen erscheinen nur wie mehr oder minder geduldet.

Deshalb ist der Name Heidemoor (vergl. auch vorn S. 10—13) insbesondere auf Seeklima-Hochmoor angewendet, besonders mißlich, wenn auch Ericaceen als regelmäßige Bestandteile auf unseren heutigen Seeklima-Hochmooren nicht fehlen; aber die Pflanzenarten sind hinsichtlich ihrer Wertigkeit für einen Pflanzen-Verein nach denjenigen ihrer Fundorte zu beurteilen, wo sie üppig und regelmäßig vorkommen, und das sind für die Ericaceen die reinen Seeklima-Hochmoore eben nicht. Da könnte man mit demselben

Rechte die Hochmoore bei uns auch Kiefernmoore nennen, da Kiefern fast ständig vorkommen, wenn auch nur verkrüppelt und auf Seeklima-Hochmooren nur vereinzelt. Stellenweise sieht man auch aus anderen Anzeichen, wie wenig die Begleitarten der Seeklima-Hochmoor-Sphagnetum-Decken unter den Ericaceen hier ihre harten Lebensbedingungen finden. Denn gelegentlich ist *Calluna vulgaris* streckenweise in ihren oberen Teilen erfroren oder vertrocknet, wie ich das u. a. auf der Gr. Plinis und der Zehlau in Ostpreußen beobachtete.

Nochmals — wie auch schon Bd. II S. 136 — sei nach dem eben Gesagten betont, daß bei Aufstellung von Pflanzenlisten die extremen Verhältnisse zunächst klar erkannt sein wollen, wenn man eine Pflanzengemeinschaft ordentlich klassifizieren will, daß insbesondere die in Kulturländern durch Angriffe auf die Moore so häufigen künstlichen Wechselmoore durchaus für sich zu betrachten sind. Auf einem Mangel nach dieser Richtung beruht es wohl auch, daß die z. B. von Otto Sendtner (Die Vegetationsverhältnisse Süd-Bayerns 1854 S. 627—633) angegebenen Pflanzenarten, die für Hochmoor charakteristisch sein sollen, sehr heterogene Elemente enthalten, von denen insbesondere viele für Zwischenmoorgelände charakteristisch sind, aber auf wirkliche Hochmoore überhaupt nicht hinaufgehen. Es ist freilich dabei auch zu beachten, daß der Begriff des Moores bei Sendtner insofern ein anderer ist wie bei uns, als er auf das Vorhandensein von Torf als Boden kein Gewicht legt. Aber auch heute werden noch immer in der angedeuteten Richtung störende Fehler gemacht, denn auch in der heutigen neuesten Literatur werden Pflanzenlisten, die für Hochmoore charakteristisch sein sollen, geboten, die in der angegebenen Richtung durchaus keine Kritik aushalten. Am schlimmsten ist es, wenn sie vom grünen Tisch aus nach Floren und anderer Literatur zusammengestellt wurden. Die bei den Kultur-Einflüssen heutige Seltenheit von jungfräulichen Mooren macht es verständlich, daß eine Kenntnis des reinen Seeklima-Hochmoor-Typus nur bei ganz wenigen vorhanden ist. (Vergl. hierzu auch hinten im Kapitel »Kultur«.)

B. Landklima-Hochmoore.

Das Prinzipiellste über die Landklima-Hochmoore (den Binnenhochmoortypus, POTONIÉ 1908) in ihrem Gegensatz zu den Seeklima-Hochmooren wurde S. 5—7 angemerkt; siehe auch Bd. I S. 39—41. Landklima-Hochmoore sind weit verbreiteter als Seeklima-Hochmoore.

Schon äußerlich zeigen die Landklima-Hochmoore in ihrem Vegetationsbestande dadurch ein sehr abweichendes Bild von den Seeklima-Hochmooren, als sie nicht, wie diese, der bloßen äußeren Betrachtung wesentlich einen *Sphagnum*-Teppich bieten mit hervorstechendem Gehälm, sondern es handelt sich um ein mit mehr oder minder hohes Strauchwerk besetztes Gelände, das im allgemeinen einen dichteren Baumbestand, freilich auch hier aus kleinen, meist Krüppelbäumen, trägt.

Da die ganz überwiegende Menge von Landklima-Hochmooren bewaldete Ericaceen-Moore (Heidemoore in unserem, in engerem Sinne) sind ebenso wie die Zwischenmoore, nur daß diese größere Bäume tragen, die den Landklima-Hochmooren nicht so generell eigen sind, so könnte man im ersten Augenblick zweifelhaft sein, ob man die Landklima-Hochmoore nicht noch bei den Zwischenmooren unterbringen soll, insbesondere weil der entstehende Torf nach dem Vegetationsbestande und den sonstigen Verhältnissen, unter denen die Landklima-Hochmoore entstehen, oft mehr die Eigentümlichkeiten eines Zwischenmoortorfes besitzt. Allein als Moore, d. h. als Torfboden-Gelände, die sich durch ihre Vegetation charakterisieren, weichen die in Rede stehenden Moore schon von vornherein sehr auffällig von den Zwischenmooren ab, und die hierzu Veranlassung gebende nasse Bodenbeschaffenheit im Gegensatz zu der trocknen echter großer Zwischenmoore ist ein weiterer wichtiger Grund, die als Landklima-Hochmoore klassifizierten Moore zu den Hochmooren zu stellen, sie aber dabei eben als Landklima-Hochmoore besonders herauszuheben. Wir würden den Einteilungsgrund der Moore, der sich nach langem hin und her als der zweckmäßigste herausgestellt hat, nämlich denjenigen nach ihrem Vegetationsbestand in dem

Sonderfall der Landklima-Hochmoore aufgeben, wollten wir diese nicht zu den Hochmooren rechnen. Last, not least folgt, wo sich der Cyclus der Moorformen abwandelt, der Landklima-Hochmoor-Zustand ebenso auf die Etappe des Zwischenmoores, wie das in feuchteren Gebieten mit dem Seeklima-Hochmoor der Fall ist. Die Landklima-Hochmoore und Zwischenmoore sind demnach zwar sehr aufällig verschieden, so daß der hier gegebene besondere Hinweis unnötig erscheinen könnte; es war mir aber doch wichtig, noch besonders in Kürze auf die Unterschiede hinzuweisen, weil selbst Autoren, deren Berufstätigkeit in der Beschäftigung mit Mooren liegt — freilich gewöhnlich auf dem Gebiete der Moorkultur aber doch mit den Ansprüchen auch wissenschaftlich hinreichend orientiert zu sein — hier Verwechselungen begehen[1].

Die Haupt-Pflanzengattung unserer Hochmoore ist zwar *Sphagnum* und die mit dieser eine Pflanzen-Gemeinschaft bildenden anderen Arten, aber in den östlichen Provinzen im Binnenlande Nordost-Deutschlands wird *Sphagnum* gern durch *Polytrichum strictum (juniperinum)* mehr oder minder weitgehend ersetzt, das bei weitem nicht so wasserbedürftig ist.

Wo sich diese Gattung in den Vordergrund drängt, haben wir Braunmoos-Hochmoore (= Braunmoosmoor z. T., die anderen Braunmoosmoore sind z. B. die Hypnetum-Moore, vergl. Bd. II S. 218). Die Vorliebe der Polytrichen, namentlich des *Polytrichum strictum*, kann man oft leicht beobachten. Ein künstlicher Graben parallel dem Rande eines kleinen Hochmoors nordwestlich des Teufelsees im Grunewald bei Berlin hatte eine geringere Vernässung der dem Rande des Moores zugewendeten Seite bedingt, die mit einem dichten *Polytrichum strictum*-Teppich

---

[1]) Vergl. z. B. die redaktionelle Anmerkung auf S. 243 zu einem von den Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutchen Reiche 1906 aus der Naturw. Wochenschrift abgedruckten Artikel aus meiner Feder. In dieser Anm. wird das Landklima-Hochmoor nördlich des Grunewaldsees für ein Zwischenmoor erklärt. Freilich kommen am Rande dieses Moores auch zwischenmoorige Partien vor; diese sind aber in der Anmerkung nicht gemeint, denn sie bezieht sich auf meine Schilderung des Hochmoor-Anteils des Gesamtmoores.

bestanden war, während das naß gebliebene Moorgelände jenseits des Grabens wesentlich mit *Sphagnum* und *Eriophorum vaginatum* besetzt war. Der Graben bildete bei der Größe der in Betracht kommenden Fläche eine sehr auffällige, ganz scharfe Grenze zwischen diesen beiden Hochmoor-Pflanzen-Vereinen. Wo *Sphagnum*-Bulte vorhanden sind, nimmt *Polytrichum strictum* gern die trockenste Stelle des Bultes, nämlich den Gipfel desselben ein. Das sind jedem Moorkenner sehr geläufige Tatsachen.

Kleine *Polytrichum*-Moorstrecken finden sich im Grunewald südlich Hundekehle und südlich Paulsborn. Sie sind bestanden mit Krüppelkiefern, auch etwas *Betula pubescens*, sonst mit *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre* usw. In diesen partiell reinen *Polytrichum*-Kiefern-Mooren unseres Ostens — *Sphagnum* ist nur an den nässeren Stellen reichlicher vorhanden — ist eine für Landklima-Hochmoore wohl überhaupt charakteristische periodische Erscheinung zu beobachten, nämlich des lebhafteren und weniger lebhaften Wachstums von *Sphagnum* in Beziehung zum Aufwachsen und Wiederabsterben der Bäume, bei uns der Kiefern.

Für diesen eigentümlichen Lebenscyclus unserer norddeutschen Landklima-Hochmoore gibt GRAEBNER[1]) die folgende treffende Schilderung:

Untersucht man den Stammgrund der Kiefern, so findet man ihn ganz tief im Moose versteckt und durch die dauernde Feuchtigkeit mit stark mißbildeter Rinde bedeckt. Nach stärkerem Anwachsen des Mooses gehen die Kiefern daher allmählich zugrunde, sie ersticken im Moose. Durch das Absterben der Kiefern wird der Sonne nun der Eintritt in den Bestand gestattet, die Moose werden stärker bestrahlt, die Verdunstung nimmt zu, sie trocknen stärker aus und bleiben deshalb in ihrem Wachstum zurück. In dieser Periode der Hemmung sehen wir dann wieder zahlreiche Kiefern aufsprießen, die allmählich wieder Schutz und Schatten spendend den Moosen ein kräftigeres Gedeihen ermöglichen. Die

---

[1]) GRAEBNER, »Die Flora des Grunewaldes« (Naturw. Wochenschrift. Jena 1907 S. 362) und früher und in dem von mir herausgegebenen Heft »Der Grunewald bei Berlin« 1907 S. 35.

Moose bringen dann natürlich wieder durch ihr üppiges Wuchern die Kiefern zum Absterben. Diesen Kreislauf kann man auf den Grunewaldmooren gut beobachten.«

Durch das Absterben der Bäume geht eben unter Landklima-Verhältnissen der Schutz verloren, die *Sphagna* sterben ab, und das Spiel wiederholt sich von Neuem.

Figur 21.



Kiefer, in deren Schutz ein genau abgemessener, bis zu dem Förster hinten reichender Kreis eines Sphagnum-Vaccinium- etc. Bestandes vorhanden ist.

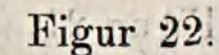
Ibenhorster Forst (Memel-Delta), eine Stelle im Entwässerungsgebiet unmittelbar westlich des Bredszuller Moores.

Aufgenommen am 27. September 1907.

Wie sehr die Bäume geeignet sind, durch ihren Schatten, insbesondere durch den Schutz, den sie gegen austrocknende Sonnenstrahlen bieten, das Aufwachsen der Bultpflanzen insbesondere von Moosen zu unterstützen, kann man oft (gleichsam wie in einzelnen für den Unterricht bestimmten Modellen) auch außer-

halb von Moorgeländen beobachten. Diesbezüglich soll unsere Fig. 21 eine Anschauung geben.

Die Bult-Bildung ist, wie man sieht, auf Landklima-Hochmooren ganz besonders zu Haus; es finden sich Moos-Bulte von 60 und mehr cm Höhe. Unsere Figuren 22—23 zeigen Einblicke in Landklima-Hochmoore des Grunewaldes mit schönen *Poly-*


Figur 22.



Polytrichum strictum-Bult (in dessen Schutz Sphagnum mit aufwächst) am Fuße einer Kiefer.

Hinten einige Fruchtstände von *Eriophorum vaginatum.*
Landklima-Hochmoor nördlich des Grunewaldsees bei Berlin.
Aufgenommen im Mai 1907.

trichum-Bulten um die Stammbasis von *Pinus silvestris* und den auffälligen Fruchtköpfen von *Eriophorum vaginatum.*

Bei uns sind also die Landklima-Hochmoore mit kleinen Kiefern bestanden, die durch die Einbultung bald verkrüppeln, jedenfalls stets klein bleiben, und mit ihr vergesellschaftet tritt besonders die Ericacee *Ledum palustre* auf und andere besonders im

Zwischenmoor gut wachsende Arten, aber immer ist das Landklima-Hochmoor mit dichter Moosdecke besetzt wie die Seeklima-Hochmoore. Der Boden großer Zwischenmoore ist jedoch waldbodenähnlich und dadurch recht abweichend. Damit fehlt den Landklima-Hochmooren die typische Waldflora, von der höchstens gelegentlich Einzelnes hineingeht. Die Bäume dieser Moore stehen

Figur 23.



Blick in das Landklima-Hochmoor nördlich des Grunewaldsees bei Berlin.
Aufgenommen im Mai 1907.

dicht oder dichter; bei uns sind die Landklima-Hochmoore durch ihren Bestand vorwiegend von Krüppel-Kiefern — im Gegensatz zu den höheren Kiefern und Moorbirken echter Zwischenmoore — ausgezeichnet: aber natürlich gibt es Moore, die Zwischenstellungen zwischen den Landklima- und Zwischenmooren einnehmen, was sich besonders äußerlich durch die schwankende Größe der Bäume auffällig macht.

Zusammen mit den vielen Sträuchern, meist Ericaceen oder ericoide Arten, sind die Landklima-Hochmoore Gehölz-Hochmoore, bei Vorhandensein von Bäumen Wald-, bei ihrem Fehlen Reiser-Hochmoore, und zwar in diesem Falle echte, eigentlich (lebende) Heide-Hochmoore (unter »Heide« Ericaceen verstanden). Auf diese Art von Hochmooren wollte ich den Ausdruck Heidemoore beschränken, so daß sie sich dann scheiden in Heide-Zwischenmoore und Heide-Hochmoore. Ich habe auch seinerzeit von Dr. P. Graebner (der aber trotzdem immer weiter Heidemoor synonym dem allgemeineren Hochmoor gebraucht) eine schriftliche Zustimmung erlangt. Er schrieb mir[1]:

»Je stärker in einem Gebiete die Verdunstung ist und je geringer die Niederschläge, desto weniger üppig gedeiht das *Sphagnum*. Das langsame Wachstum läßt dann die übrigen Hochmoorpflanzen, die Ericaceensträucher etc. kräftig heranwachsen, alles überziehen und die ganze Physiognomie verändern. Der hieraus entstehende Torf ist äußerlich manchen Zwischenmoortorfen sehr ähnlich, aber sofort durch das gänzliche Fehlen der Elemente des Flachmoors als echter Hochmoortorf charakterisiert. Da diese Form der Hochmoore wohl keinen Bestandteil enthält, der nicht auch für feuchtsandige Heiden charakteristisch ist, wäre für diese Facies der Name Heidemoor zu konservieren.«

Bei reicher Besetzung der Landklima- und Zwischenmoore im Osten mit *Ledum* oder der Zwischenmoore im Westen mit *Myrica* heißen sie nicht selten Post-(Porst-)Moore oder -Fenne, so das Post-Moor östlich Burgfeld (Lüneburger Heide) nach *Myrica* und eine Anzahl Moore in der Provinz Brandenburg und in östlichen Provinzen nach *Ledum*.

Als Beispiel für die floristische Zusammensetzung unserer Landklima-Hochmoore sei auf das Grunewald-Hochmoor nördlich des Grunewaldsees hingewiesen, dessen Typus östlich der Elbe häufig ist und besonders war. Es sind hier besonders die folgenden Arten zu erwähnen, wohlgemerkt, wenn wir von der Zwischen-

---

[1]) Vergl. die 1. Aufl. der vorliegenden Schrift S. 49.

moor-Randzone, die namentlich im Westen, Norden und Süden vorgelagert ist, absehen:

Außer *Sphagnum* und auch viel *Polytrichum strictum* sowie *Pinus silvestris* in Krüppelform, von Ericaceen: *Andromeda polifolia*, (etwas *Calluna vulgaris*), *Ledum palustre* u. *Vaccinium oxycoccos*. — Cyperaceen: u. a. *Carex limosa*, *dioeca* u. *canescens*, *Eriophorum vaginatum* und *Rhynchospora alba*. — Von anderen Stauden und zwar an den nassesten Stellen *Scheuchzeria palustris* und *Malaxis paludosa*, die sich jetzt in die *Sphagnum*-Decke eines alten von Norden nach Süden durchgelegten Grabens zurückgezogen hat. Ferner *Drosera rotundifolia* usw.

Wo es mehr zum Zwischenmoor übergeht, mischen sich auch Elemente ein, die den typischsten Hochmoorflächen mehr abwendig sind, wie *Polystichum cristatum* und *spinulosum*, *Equisetum limosum*, *Eriophorum polystachyum* (*angustifolium*), *Molinia coerulea*, *Triodia decumbens*, *Agrostis canina*, *Juncus conglomeratus*, *Potentilla silvestris*, *Viola palustris*, *Hyrocotyle vulgaris*. Hier ist auch *Betula pubescens* häufiger neben höheren Exemplaren von *Pinus silvestris*.

Im Postfenn bei Buckow notierte ich (Frühjahr 1907) von auffälligeren Arten: Krüppelkiefern (*Pinus silvestris*), kleine *Betula pubescens*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccos*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex limosa*, von Moosen (bestimmt von Prof. Osterwald): *Aulacomnium palustre*, *Webera nutans sphagnetorum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum acutifolium* usw., *medium*.

Solche Hochmoore sind vielfach aus verlandeten Wasserstellen entstanden; sie liegen namentlich in Senken, deren Wasserstand daher keine so große Gefahr läuft, sich wesentlich zu erniedrigen, deren Entwässerung daher unausführbar oder schwieriger ist als bei freier liegenden Hochmooren. Durch die Konfiguration des umgebenden Geländes ist eine Wassernot nicht zu befürchten.

Abgesehen von den floristischen Unterschieden zwischen unseren heutigen Seeklima- und Landklima-Hochmooren kann dann noch die Flora der Moore überhaupt etwas beeinflußt werden durch das Hinzutreten von Arten von Hochgebirgen, die sich etwa

in der Nähe befinden. Solche kleinen Einflüsse sind naturgemäß bei uns in den Alpenvorländern wahrzunehmen. Ich verzichte jedoch darauf, diese Unterschiede durch Angabe von Arten hier anzugeben, weil ich selbst solche Moore nur ganz nebenbei besichtigen konnte und diesbezügliche Angaben in der Literatur mit der größten Vorsicht aufzunehmen sind. Denn das, was von den

Figur 24.



Landklima-Hochmoor mit hohen Ericaceen bei Welland in Canada.
Herbst 1908.

Autoren als Hochmoor usw. angegeben wird, bedürfte doch noch der exakteren Klassifikation. In den überwiegenden Fällen z. B. handelt es sich bei den Hochmooren um solche, die mehr oder minder von der Kultur beeinflußt sind, besonders durch Entwässerungen gelitten haben.

Im Großen habe ich Landklima-Hochmoore im ganzen südlichen Canada (natürlich mit Ausnahme des Prärie-Gebietes) beob-

achtet, Fig. 24. Sie werden dort natürlich den »Barrens«, d. h. den unfruchtbaren Geländen subsummiert. Landklima-Hochmoore sind — soweit man das den Beschreibungen aus der dortigen Literatur entnehmen kann — überhaupt für fast ganz Nordamerika charakteristisch insbesondere für die nördlichen Vereinigten Staaten (vergl. z. B. DAVIS, Peat 1907 S. 162 u. a.).

Nirgends stand auf den von mir begangenen Hochmooren offenes Wasser auch nicht einmal in Schlenken; sie sind daher gut begehbar und unterscheiden sich auch dadurch recht wesentlich von unseren Seeklima-Hochmooren, die oft genug unbegehbare Stellen aufweisen und deren Begehung auch sonst (so das Große Moosbruch, die Zehlau!) nicht selten wegen des tiefen Einsinkens in den schwanken und nachgiebigen Boden sehr ermüdend und schwierig ist. Es ist freilich dabei zu berücksichtigen, daß ich die südcanadischen Moore nur in ihrem Spätsommer-Zustande (Sept. — Okt.) kennen gelernt habe, aber zu derselben Zeit zeigen unsere Seeklima-Hochmoore die eben von ihnen angegebenen Verhältnisse. Seeklima-Hochmoore habe ich in Süd-Canada überhaupt nicht zu sehen bekommen in der Ausbildung etwa, wie wir sie jetzt noch so schön in der Provinz Ostpreußen besitzen. Die canadischen Landklima-Hochmoore neigen höchstens an besonders geschützten Stellen, z. B. unter einem dichteren Baumbestande zu dem Seeklima-Hochmoortypus hin. Ich habe diese Verhältnisse nicht nur an einem Beispiel im äußersten Osten, nämlich in Neu-Schottland, sondern auch mitten im Lande, nämlich bei Ottava, und dann weiter westlich bei Schreiber und südlich bei Welland in der Nähe der Niagara-Fälle und dann auch jenseits der Prärie im äußersten Westen auf der Insel Vancouver, dort östlich von Duncan, beobachtet. Dem echt und stark kontinentalen Klima Canadas entspricht demnach auch die Ausgestaltung der Hochmoore. Bei der starken Verdunstung, die bei dem geringen Regen und daher geringer Bewölkung in Süd-Canada statthat, wird hier die Mooroberfläche leicht trocken und diese Austrocknung kann ziemlich tief gehen. So regelmäßig auch der Tau wirkt, so genügt er doch nicht, den Boden mehr als oberflächlich bis zu nur

sehr geringer Tiefe anzufeuchten und das dadurch hergegebene Wasser wird von den Landsphagnen nur dort ordentlich gespeichert, wo sie wenigstens durch Buschwerk oder aber durch Bäume etwas geschützt sind. Man sieht dann auch die Sphagnen in solchem Schutz gewissermaßen emporklettern und in den oft sehr großen Büschen oder am Fuße der Bäume besonders große Bulte erzeugen. Sie vermögen aber unter solchem Schutz mit dem gespeicherten Wasser hinreichend hauszuhalten, um sich im allgemeinen vor Austrocknung zu schützen; jedoch sind auf den Mooren in besonders trocknen Sommern sehr viele vollständig abgetrocknete Sphagnumstellen zu sehen. Die Köpfe der Sphagnen stehen besonders dicht gedrängt aneinander in der Weise, wie wir das von Hochmooren in Nordwest-Deutschland her kennen, die entwässert wurden, aber noch nicht hinreichend, um bei dem nassen Klima ein Leben der Sphagnen zu verhindern. So haben wir denn zur Hochsommerzeit in den südcanadischen Landklima-Hochmooren an der Oberfläche einen durch die wasserspeichernden Sphagnen dargestellten nassen Horizont, dessen Liegendes von einer fast lufttrocknen Torfschicht eingenommen wird, und erst dann folgt darunter der ständig naßbleibende Torf. Diese beiden Wasserhorizonte werden sich aber gewiß in der nassen Jahreszeit allmählich annähern und schließlich durch vollständige Vernässung der trocknen Lage miteinander vereinigen, um dann im Verlaufe des Sommers sich wieder voneinander zu entfernen. Gräbt man daher im Hochsommer ein solches Hochmoor auf, so füllt sich das Loch nicht mit Wasser. Ich habe solche Aufgrabungen vorgenommen und auch Gelegenheit gehabt, ein tieferes Loch in einem Hochmoor, demjenigen bei Duncan, zu sehen, das vor längerer Zeit offenbar von Indianern als Fallgrube für Tiere (Pumas) hergerichtet war. Hier fand sich an der Oberfläche eine lebende Sphagnumdecke im Schutze recht hohen Buschwerkes, gleichsam wie ein voll Wasser gesaugter Badeschwamm, der auf einer lufttrocknen Unterlage ruht, nämlich der trocknen Torfschicht, die hier über 75 cm mächtig war. Erst von da ab stand in dem erwähnten Loch Wasser. In einem großen Hochmoor bei

Ottawa traf ich bei 75 cm Tiefe noch kein Wasser an, und dabei handelt es sich wohlgemerkt in diesen Landklima-Hochmooren nicht etwa um tote Hochmoore, sondern um solche, die sich durchaus noch im ursprünglichen, natürlichen Zustande befinden, wenn auch das letztgenannte einige Kilometer von der aufgegrabenen Stelle weg in Kultur genommen ist.

Bei diesen Untersuchungen ergab sich die naturgemäß stärkere Zersetzung des Torfes als die entsprechende obere Lage in unseren Seeklima-Hochmooren. Der Torf ist weit dunkler und entspricht in seinem Zersetzungsgrad mindestens unseren halbreifen Sphagnetum-Torfen; es gibt freilich in Süd-Canada auch unreife Sphagnetum-Torfe, aber, wie es scheint, nicht so häufig wie bei uns in Norddeutschland. Wenn der Torf sich aber generell von vornherein schneller zersetzt, so müssen im ganzen die Torfmächtigkeiten geringer sein als dort, wo viele Seeklima-Hochmoore vorhanden sind; das ist in der Tat der Fall: die Torflager der canadischen Landklima-Hochmoore sind durchschnittlich nicht so mächtig wie die unserer Seeklima-Hochmoore.

Im Frühjahr nach der Schneeschmelze sind — wie mir gesagt wurde — die in Rede stehenden Landklima-Hochmoore kaum und zuweilen überhaupt unbegehbar naß. Die Flora muß also gleicherweise einen trocknen und einen ganz nassen Boden zu ertragen im Stande sein.

Der Vegetationsbestand dieser Hochmoore war, soweit die Pflanzen im September und Anfang Oktober auffälliger waren, in ihren besonders hervortretenden Typen die folgenden:

Am Lost Lake nördlich Victoria auf der Insel Vancouver geschah 1. die Verlandung a) durch *Lemna*, *Nuphar*, *Helioscia-dium*, sodann b) durch *Scirpus lacustris*, Magnocariceten und *Typha latifolia*, sodann war 2. ein sehr schmaler Streifen von *Alnus rubra*, *Cornus*, *Spiraea tomentosa*, *Salices*, *Symplocarpus* (Skungscabbage) und *Lycopus* vorhanden, 3. setzte Landklima-Hochmoor ein mit alten, aber kleinen Exemplaren von *Pinus contorta*, ferner *Gaultheria*, *Andromeda* cf. *polifolia*, viel *Ledum latifolium* und auch *Trientalis* und *Drosera* im *Sphagnum*-Boden.

Das Moor bei Duncan mitten in einer Waldsenke, eine ziemliche Strecke östlich von dem Ort, besaß eine dichte *Sphagnum*-Decke mit *Polytrichum strictum* und auch *Aulacomnium palustre*. Die Sphagnen bildeten große Bulte namentlich in den Büschen von *Vaccinium uliginosum*, außerdem waren von Ericaceen bemerkenswert *Vaccinium oxycoccos* und *Ledum latifolium*. Von Sträuchern war ferner *Spiraea tomentosa* namentlich am Rande des Moores häufig. Von anderen Pflanzen seien nur genannt *Drosera longifolia*, ferner mehr am Rande *Gentiana*, einige Magnocariceten und sogar *Pteridium aquilinum lanuginosum*. Die anderen von mir besuchten Hochmoore befinden sich in der östlichen Waldregion. Dasjenige bei der Eisenbahn-Station Schreiber ebenfalls mit einer dichten, aus kleinköpfigem *Sphagnum* zusammengesetzten Decke liegt an einem offenen Wasser mit *Nymphaea*, darauf folgt eine äußerst schmale Zone von *Alnus*-Gebüsch, *Sorbus aucuparia*, *Thuja*, *Menyanthes trifoliata* und *Calamagrostis*, soweit die auffälligeren Pflanzen allein in Betracht kommen, dann ist eine wiederum sehr schmale Zone mit *Myrica gale* und *Sarracenia purpurea* im Sphagnumboden vorhanden, die stellenweise bis an das Wasser herantritt, wo dann die Alnuszone fehlt. Erst dann beginnt die reine Hochmoorfläche ohne *Myrica* und hier auch ohne *Sarracenia*. Von Bäumen sind auf dem Hochmoor selbst vorhanden *Picea nigra* bis ca. 6 Zoll im Durchmesser bei einem Alter von etwa 100 Jahren, ferner *Larix canadensis*. Ericaceen in dichtem hohen Bestande sind *Ledum latifolium*, *Andromeda calyculata* und *polifolia*, mittelgroße *Vaccinium*-Arten und *Vaccinium oxycoccos*, *Lycopodium annotinum* sticht überall durch, auf den Bulten wächst *Hypnum*. Bei diesem Pflanzenbestande ergibt sich das Moor als ein wesentlich zu den zwischenmoorigen Geländen hinneigendes, ich meine durch die relativ großen Bäume — aber auch kurzsprossige Krüppelfichten sind vorhanden — ferner durch das Vorhandensein von *Lycopodium annotinum*, das in Süd-Canada für Zwischenmoore ebenso charakteristisch ist wie bei uns. Das Hochmoor, ca. 7—8 englische Meilen westlich von Welland, nämlich bei der Ortschaft Marshville gelegen, Fig. 24, war mit kleinen Bäumen

von *Picea nigra*, *Larix* und *Betula alba* bestanden. Die Sträucher waren bis fast mannshohe *Vaccinium*-Arten (wohl *V. corymbosum* u. a.), außerdem auch *Vaccinium macrocarpum*, ferner *Andromeda polifolia* und *calyculata*. In den Gebüschen aufwachsend bildeten die sonst kleinköpfigen, dichten Sphagnen, untermischt mit *Polytrichum*, sehr hohe Bulte. Ein Teil des sehr großen Moores ist 1906 abgebrannt und der andere Teil entwässert worden. Diese beiden Teile sind vollständig baumlos und die *Sphagnum*-Decke ist vernichtet, aber *Polytrichum strictum* ist reichlich vertreten. Im Prinzip alles wie auf unseren norddeutschen toten Hochmooren. Ferner sind anzutreffen *Pteridium aquilinum*, mächtige Bulte von *Eriophorum*, sehr viel *Epilobium angustifolium*, eine *Lobelia*, *Rumex acetosella*, *Ledum latifolium*, besonders viel *Andromeda calyculata*, *Aronia nigra*[1]), *Aralia hispida*, *Lycopus virginicus* und eine große *Senecio*-Art. Das sehr große Moor bei Blackburn bei Ottava war an der Stelle, an der ich hineintrat zur Durchquerung des Moores, am Rande mit einer Vegetation besetzt, die im ganzen größere Ansprüche an die Bodennahrung macht, nämlich mit *Alnus incana*, *Salix balsamifera* und anderen Arten dieser Gattung, *Spiraea tomentosa*, *Viburnum castanoides*, *Ilex verticillatum*. Ferner *Kalmia angustifolia*, *Ledum latifolium*, *Andromeda calyculata* und *polifolia* sowie *Vaccinium macrocarpum*. Ferner wären zu nennen *Viola blanda*, *Hypericum ellipticum*, *Lypocus virginicus*, *Eupatorium perfoliatum*, *Sarracenia purpurea*, *Carex oligosperma* und *magellanica*, von Farn *Aspidium thelypteris* und *Osmunda cinnamomea*. Außer *Sphagnum* war *Polytrichum strictum* reich vertreten.

Der Torf dieser Hochmoor-Vorzone war schwarz. Durchschreiten wir nun das eigentliche Hochmoorgelände, so zeigt sich eine überall sehr einheitliche Flora. Es sind als besonders auffällig vorhanden Moose: *Sphagnum* in ziemlich dichten Rasen,

[1]) *Aronia nigra* ist in einem Exemplar nach einer Mitteilung von ABROMEIT einmal auf dem Hochmoor bei Cranz in Ostpreußen gefunden worden. Dieses Hochmoor ist am Rande stark von der Kultur angegriffen und der Strauch — der vielleicht seinen Ursprung dem Transport seiner Samen durch Vögel verdankt — scheint auch hier auf einer mehr toten Hochmoorstrecke gestanden zu haben. Vergl. S. 59.

die aber an geschützteren Stellen (unter Bäumen) lockerer bis locker werden, *Polytrichum strictum*. — Bäume: *Picea nigra* in vielen kleinen und abgestorbenen Exemplaren, *Larix americana* ist weniger häufig, mehr vereinzelt. — Cyperaceen: *Carex limosa*, *C. triflora* die mit ihren feinen Stengeln die *Sphagnum*-Decke durchzieht, erinnert dadurch sehr an unsere *Carex chordorrhiza*, *Eriophorum vaginatum* und *E. virginicum* oft in niedrigen Bulten. — Dicotyledonen: *Andromeda calyculata*, *A. polifolia*, *Chiogenes hispidula*, *Gaylussacia resinosa*, *Kalmia angustifolia*, *K. glauca*, *Ledum latifolium*, *Sarracenia purpurea*, namentlich viel in den kleinbaumigen, feuchteren Partien, *Vaccinium atrococcum*, *V. oxycoccos*.

Trockenhorizonte in Seeklima-Hochmoor-Profilen.

Daß während der Bildung der Hochmoortorfprofile die Bedingungen oft stark gewechselt haben, ergibt sich aus dem in den Profilen häufigen Vorhandensein von Torflagern, Torfhorizonten, die auf trockenere Verhältnisse deuten. Solche Profile, die auf einen besonders starken Wechsel der Feuchtigkeitsverhältnisse der Moor-Oberflächen schließen lassen, bieten z. B. die meisten N.W.-deutschen Hochmoore. In diesen wird oft ein älterer (mehr schwarzer) Sphagnetum-Torf von einer schwachen (braunen) Torfschicht aus *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum* etc. überlagert und diese wieder von einem jüngeren (hellgelben) Sphagnetum-Torf. Der ältere und daher wesentlich zersetztere Sphagnetum-Torf ist denn auch oft etwas schwieriger als solcher zu erkennen. GRISEBACH (1846) hielt ihn für Callunetum-Torf, FRÜH (1885) hat ihn als Moostorf aus *Sphagnum* zuerst erkannt. J. STOLLER[1]) hat in einem bestimmten Fall sehr viel *Calluna vulgaris*-Reste in ihm gefunden, die wohl in dem älteren Sphagnetum-Torf überhaupt oft eine größere Rolle spielen, vielleicht durch Anreicherung der Reste, aber ein Callunetum-Torf ist es nicht.

Den Grenztorf, wie C. A. WEBER die schwache Torflage zwischen den beiden Sphagnetum-Torfen nennt (auch jüngerer

---

[1]) WOLFF und STOLLER, Bohlweg im Wittmoor. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1905 S. 332.

Waldtorf, gelegentlich, namentlich früher, auch Hagetorf genannt), führt dieser Autor auf den Einfluß einer vorübergehenden trockeneren Zeit zurück. Er hat sich wiederholt darüber geäußert, u. a. drückt er sich so aus[1]: »Nur einmal ist es[2] für längere Zeit infolge des Eintritts einer säkularen Trockenperiode größtenteils verwittert und durch Cladonieten, Calluneten oder Eriophoreten aus *E. vaginatum*[3], hier und da auch durch einen kümmerlichen Waldwuchs aus *Betula pubescens* und *Pinus silvestris* verdrängt worden. Während dieses trocknen Zeitalters vollzog sich in dem bis dahin abgelagerten *Sphagnum*-Torf aber eine tiefgreifende chemische Zersetzung, die die Reste der Moose häufig nahezu unkenntlich machte, und ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß während dieser trocknen Zeit ein Teil des Sphagnumtorfs hier und da in Gestalt von Mullwehen[4] durch den Wind fortgeblasen ist, ähnlich wie in Kola gegenwärtig. Dann trat wieder eine feuchte Säkularperiode ein, die .... bis in die Gegenwart anhält.« Es würde danach der Grenztorf, wie er in Hochmooren an der Ems einen älteren, reiferen Sphagnetumtorf von einem jüngeren und rezenteren, unreifen Sphagnetumtorf trennt, auf eine Trockenperiode hinweisen, die WEBER als eine säkulare bezeichnet. In seiner letzten Veröffentlichung, die sich darüber äußert, sagt er nochmals[5], nachdem er bemerkt hat, daß die Anhäufung des Sphagnetumtorfes in unserem Lande überaus lange Zeit gedauert habe, sie sei »während derselben aber einmal durch den Eintritt einer säkularen Trockenperiode, der einzigen in postdiluvialen Mooren Norddeutschlands nachweisbaren, des längeren unterbrochen worden, indem das Torf erzeugende Sphagnetum durch klimatische Trockenheit vernichtet wurde. Nur ge-

---

[1] WEBER, Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. Ber. der 4. Zusammenk. d. freien Vereinig. d. system. Botaniker. Leipzig 1907 S. 24—25.

[2] Nämlich das Sphagnetum unserer westlichen Hochmoore.

[3] Wir sagen kurz mit SCHRÖTER Vagineten.

[4] Humuswehen nach unserer Terminologie, weil Mull nunmehr in bestimmter Definition Anwendung findet.

[5] WEBER, Erläuterung zu den Profilen eines Nieder- und Hochmoores mit ihrer ursprünglichen torfbildenden Vegetation. Gebrüder Bornträger in Berlin, ohne Jahreszahl, S. 3.

ringmächtige terrestrische Torfbildungen fanden in dieser Zeit, vornehmlich an ihrem Schlusse, hier und da auf den Hochmooren statt. Der Wiedereintritt einer bis zur Gegenwart reichenden feuchteren Säkularperiode leitete eine erneute Versumpfung des Geländes, eine Wiederansiedelung der Torfmoose und eine erneute Anhäufung von Sphagnumtorf ein. Wir treffen demgemäß in allen älteren Hochmooren unseres Gebietes zwei verschiedene *Sphagnum*-Torfschichten an, eine ältere, stärker zersetzte, und eine jüngere, wenig zersetzte, beide geschieden durch den oft scharf abgesetzten und stets durch das ganze Moor gehenden Grenzhorizont.«

Damit ist ausgedrückt, daß diejenigen Moore, die bei Vorhandensein von Sphagnetumtorf einen Grenztorf nicht besitzen, jüngeren Datums sein sollen als die anderen.

Es steht also soviel fest, daß wir in Norddeutschland Hochmoore haben, die nur einen »jüngeren« Sphagnetumtorf aufweisen, andere, bei denen der jüngere Sphagnetumtorf unterlagert wird von einem, einer Trockenzeit entsprechenden Hochmoortorf und dieser wieder das Hangende eines halbreifen oder reifen Sphagnetumtorfes bildet.

Ich habe nun für Norddeutschland noch einen 3. Fall beobachtet[1]). Schreitet man in dem Großen Gifhorner Moor nördlich von Triangel (im Süden der Provinz Hannover) nach Norden, so trifft man sehr bald auf mehr als 3 Horizonte in dem Sphagnetumtorf-Teil des Profils, nämlich auf nicht weniger als 5 Horizonte, die sich sehr scharf unterscheiden lassen, und zwar so weit, wie die Profile überhaupt nach Norden reichen. Während der allersüdlichste Teil des Moores in seinem ursprünglichen Aufbau kaum mehr eruierbar ist, da das meiste bereits abgetragen worden ist, ergaben sich mir dennoch Andeutungen, aus denen hervorzugehen schien, daß hier über dem Scheuchzerietum-Torf sofort und ausschließlich ohne weitere Untergliederung ein verhältnismäßig wenig

[1]) Eine vorläufige Notiz über den Gegenstand hatte ich in den Monatsber. d. Deutsch. geol. Ges. 1908 Nr. 6 S. 135 geboten und sodann eine ausführliche Darstellung im Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1908 (Bd. XXIX Teil II Heft 2, Berlin 1909) unter dem Titel »Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils«.

mächtiger, unreifer Sphagnetumtorf folgte. Etwas weiter nach Norden ist dann der Torf über dem Scheuchzerietum-Torf gegliedert in:

e) unreifen Sphagnetum-Torf,
d) Grenztorf,
c) halbreifen Sphagnetum-Torf.

Noch weiter nach Norden schreitend, wo das Gesamt-Torflager allmählich mächtiger wird, ist dann aber innerhalb des Sphagnetumtorf-Komplexes das folgende Profil vorhanden:

e) unreifer Sphagnetumtorf,
d) (oberer) Grenztorf,
c) halbreifer Sphagnetumtorf,
b) (unterer) Grenztorf,
a) reifer Sphagnetumtorf.

Bei der großen Ausdehnung, die das letzterwähnte Profil hat, verlangt es eine besondere Berücksichtigung. Es war mir daher lieb, daß mein Kollege Herr Dr. J. STOLLER in der Nähe zu tun hatte, so daß ich ihn bitten konnte, sich dieses Profil ebenfalls anzusehen. Er berichtet mir über seine Begehung unter dem 26. April 1908 freundlichst wie folgt:

»Ich habe von der Haltestelle Neu-Platendorf aus ein 800 m langes Profil gegen NW. verfolgt, bin dann nordöstlich gegangen und habe 2 weitere, dem ersten parallele Profile, dazu mehrere verbindende Querprofile angesehen. Hierauf besah ich noch ein Profil längs des neuen Verbindungsweges von der Hauptstraße am Eisenbahndamm am nördlichsten Ende des Dorfes, ca. 400 m lang. Überall konnte ich Ihre Beobachtung bestätigen, daß nämlich 2 Grenzhorizonte vorhanden sind. Das allgemeine Profil ist:

Jüngerer Torf	e) Weißer Sphagnetumtorf 70—100—120 cm,
Ältere Torfe	d) Grenztorf 20—30 cm,
	c) Vaginetentorf 30—50 cm,
	b) Grenztorf 10—20 cm,
	a) Schwarzer Sphagnetumtorf 100 cm.

Die Grenztorfe sind mulmig, während alle anderen Torfe nicht vollständig zersetzt sind. Die Schichten a—d gehören enger zusammen als größere Einheit (bedeutend stärkere Zersetzung als bei e!). In den Grenzhorizonten finden sich Stubbenlager von *Pinus silvestris* und *Betula pubescens*, die offensichtlich in dem Grenzhorizont selbst Wurzel gefaßt hatten. Schicht c deutet auf eine wohl rasch einsetzende Periode größerer Feuchtigkeit, dauernder Überschwemmung, die die Bäume des unteren Lagers zum Absterben brachte. Das obere Stubbenlager greift in den jüngeren Sphagnetumtorf (Schicht e) hinauf. Da, wo dieses obere Stubbenlager vorhanden ist, hat man den Eindruck, daß Schicht e sogenannter simultaner Entstehung sei, aus einem durch allmähliche Versumpfung eingehenden Kiefernwald heraus (wie ich in Schweden viele Beispiele sah), also anders als Schicht b, c. Die Hauptlücke in der Bildung des Moores liegt zwischen d und e (bezw. in d).

Es wäre wohl interessant, den sicher lokalen Ursachen dieser Grenztorfbildungen nachzugehen. Ich vermute einen größeren Stau im Süden, zwischen Triangel und Gifhorn, wo das diluviale Ilsetal sich ohnedies verschmälert, und wo wir heute gewaltige Dünenketten aufgetürmt sehen. Ob sich nicht in jenen Dünenbildungen die Ursache suchen läßt?«

Die Tatsache des Vorhandenseins von nunmehr 3 verschiedenen Profilentwicklungen innerhalb des Hochmoor- (Sphagnetum-) Torfes in Norddeutschland drängt eben auch mich zu der Annahme, daß das Auftreten von Grenztorfhorizonten eine lokale Erscheinung sein möchten; sie dürften nicht ohne weiteres darauf hinweisen, daß etwa regional vorhanden gewesene feuchtere Zeiten mit relativen Trockenzeiten abgewechselt haben, trotzdem das Vorhandensein eines Grenztorfhorizontes sehr verbreitet ist, u. a. von Skandinavien bis Österreich (hier u. a. in Vorarlberg); aber bei dem Bestreben der Hochmoore, über ihre Umgebung emporzuwachsen, ist es weiter nicht auffallend, wenn ihre Wasserhaltung sich in einem vergleichsweise labilen Zustand

befindet, so daß hier schnelle, natürliche Wasserspiegelsenkungen leichter stattfinden und dies natürlich überall, wo Hochmoore überhaupt vorkommen.

Es ließe sich demnach aus dem so häufigen Vorhandensein von Grenztorfhorizonten in mächtigen Sphagnetum-Torflagern auch schließen, daß es zur Natur der Seeklima-Hochmoore gehört, einen zeitweiligen Abschluß in der Erreichung trockner, zu den toten Hochmooren tendirender Oberflächen zu gewinnen, daß diese Flächen aber wieder in echte, flott aufwachsende Seeklima-Hochmoore übergehen, nach Maßgabe des Zusammensinkens des bereits gebildeten Torfes. Die Unterbrechung in der regelmäßigen Weiterentwicklung eines Hochmoor-Sphagnetums kann lange Zeit währen resp. gewährt haben — ein Zeitspatium läßt sich nicht angeben — und diese Zeit mag hingereicht haben, die älteren Sphagnetum-Torfe so weit zu zersetzen, daß diese Torfe unter und über einem schmalen Trockenhorizont, wie das meist der Fall ist, sich in ihrem Zersetzungsgrad stark unterschieden. Weber (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910 S. 158) meint, daß hier ganz besondere Verhältnisse gewaltet haben müssen, die das allein erklären könnten, nämlich eine dem Trockenhorizont entsprechende trockne Zeit. Er sagt: »Hervorzuheben ist der starke, auffällige Unterschied in dem Erhaltungszustande der beiden Sphagnumtorfschichten, der durch das höhere Alter des älteren Sphagnumtorfs nicht allein erklärt werden kann. Denn der Sphagnumtorf diluvialer Moore, unter anderen auch des präglazialen Hochmoors von Lüneburg, steht in seinem Erhaltungszustande dem jüngeren Sphagnumtorf der postglazialen Moore weitaus näher als dem älteren. Es muß zwischen beiden Bildungen eine Zeit gegeben haben, während der die zersetzenden Agentien ausgiebig und hinreichend lange in die ältere Schicht einzudringen vermochten, ohne daß sie daran durch beständige Neuauflagerung von wassergesättigtem Torf gehindert wurde, die gewöhnlich in ähnlicher Weise vor Zersetzung schützend wirkt wie das moränische Material, das die diluvialen Hochmoore bedeckt hat.« Hierbei ist aber zu erwägen, daß Sphagnetum-Torfe, die relativ bald nach ihrer Ent-

stehung zur Einbettung gelangten, wie z. B. interglazialer, sich außerordentlich gut erhalten: das ist bei der guten Erhaltungsfähigkeit der Moose bei allen Moostorflagen der Fall, auch bei den aus Braunmoosen hervorgegangenen. Indessen will ich damit durchaus nicht behaupten, daß nicht doch klimatische Verhältnisse die Entstehung der Trockenhorizonte veranlaßt hätten, sondern ich will nur betonen, daß die Annahme trockner Zeiten, um die Trockenhorizonte zu erklären, durchaus nicht notwendig, also jedenfalls Vorsicht geboten ist, wenn man Trockenzeiten, die aus den Trockenhorizonten deduziert sind, als sicher begründet bei weiteren Schlußfolgerungen zugrunde legt; die gehegten Gedanken zur Erklärung der Trockenhorizonte sind meines Erachtens bis auf weiteres ziemlich gleichwertig. Eine von Ernst H. L. Krause vorgebrachte Ansicht scheint mir aber nicht hinreichend begründungsfähig. Er meint (1909 S. 154), die Grenztorfschicht falle in frühgeschichtliche Zeit und sei möglicherweise die Folge menschlicher Tätigkeit. Diese Auffassung ist recht unwahrscheinlich, denn sie würde die Annahme verlangen, daß zeitweilig der Eingriff des Menschen auf die Moorgelände weiter oder ebenso weit ging wie heute. Die Trockenhorizonte nun gar in Höhenmooren, die doch sehr viel später wie die im Unterlande vorhandenen Moore in Angriff genommen wurden und früher doch wohl besonders unzugänglich, jedenfalls mindestens so unwirtlich wie heute waren, auf Einflüsse des Menschen zurückzuführen, liegt doch etwas abseits. Ein schön entwickelter Trockenhorizont kommt z. B. im Höhenhochmoor bei Sebastiansberg im Erzgebirge vor.

Übrigens sind auch mehrere Grenztorfzonen innerhalb des Sphagnetumtorf-Horizontes bereits aus Schweden bekannt[1]), und J. Holmboe[2]), der ebenfalls solche Grenzhorizonte angibt, sagt direkt: solche Horizonte schienen nicht so regelmäßig aufzutreten,

---

[1]) So z. B. nach einer Angabe im Geolog. Zentralblatt (herausgeg. von Keilhack) in dem Referat über eine 1904 erschienene Abhandlung von R. Tolf, nach dessen Tode zusammengestellt von E. Haglund.

[2]) Holmboe, Planterester i Norske torvmyrer. Kristiania 1903 (kürzer und in deutscher Sprache in Engler's botan. Jahrb. von 1904).

wie AXEL BLYTT meinte, und es sei nicht notwendig, zu periodischen Klimaschwankungen zu greifen, um sie zu erklären[1]).

Um zu zeigen, daß die Meinung, ob die Trockenhorizonte auf Rechnung lokaler oder regionaler wechselnder Verschiedenheiten in den klimatischen Verhältnissen zu setzen seien, durchaus noch nicht bei den Kennern hinreichende Übereinstimmung besitzt, sei noch ein weiteres Beispiel vorgeführt.

FRANCIS J. LEWIS hat eine ziemliche Anzahl von Mooren Schottlands inkl. der Shetlands-Inseln untersucht[2]). Er bemerkt, daß in allen älteren Mooren des südschottischen Uplands ein unterer und ein oberer Waldhorizont vorhanden sei und zwischen ihnen ein Sphagnetum-Lager mit einer eingeschalteten Zone arktischer Pflanzen. Im Upland Südschottlands weisen die Profile der Torflager ebenfalls eine Folge im Auftreten der Pflanzenreste auf, die auf wesentliche Änderungen besonders in den Feuchtigkeitsverhältnissen deuten, und zwar gibt der Autor u. a. (l. c. 1905 S. 723) folgende Profile (S. 112 die obere Tabelle) an.

LEWIS opponiert gegen GUNNAR ANDERSSON, der den Wechsel von Waldmoortorf mit Sphagnetumtorf und mit Ericaceentorf, wie er auch in Zentral- und Südschweden vorkommt, lokal gedeutet hatte durch natürliche oder künstliche lokale Änderungen der Wasserverhältnisse des Geländes. LEWIS meint, die Regelmäßigkeit in der angegebenen Folge der Torfarten in Profilen weit abgelegener Moore unterstütze die Ansicht, daß es sich um Äußerungen klimatischer Änderungen handele, besonders möchte er die Zone mit den Resten »arktischer Pflanzen« mit Erniedrigung der Temperatur in Verbindung setzen.

[1]) Über die sehr bekannt gewordenen Untersuchungen BLYTT's, von dem die Ansicht von säkularen Klima-Veränderungen nach der Eiszeit auf Grund seines Studiums von Moor-Profilen ausgegangen ist, vergl. für uns besonders die deutsch geschriebenen: 1. Zur Geschichte der nordeuropäischen, besonders der norwegischen Flora (Beiblatt zu den botanischen Jahrbüchern, herausgegeben von A. ENGLER. Ausgegeben Leipzig, den 20. Septemher 1893. Im 17. Bd. der genannten Jahrbücher.) — 2. Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate, l. c. II 1881.

[2]) LEWIS, The plant remains in the scottisch peat mosses. (Transactions Royal Soc. Edinburgh.) P. I 1905, P. II 1906, P. III 1907 und P. IV 1911.

	Moore bei Merrick und Kells	Moore bei Tweedsmuir
8	*Scirpus* und *Sphagnum*	*Scirpus* und *Sphagnum*
7	*Pinus silvestris*	*Betula alba*
6	*Sphagnum*	*Sphagnum*
5	*Eriophorum vaginatum*	*E. vag.*
4	*Empetrum nigrum*	*Loiseleuria procumbens*
3	*Eriophorum vaginatum*	*E. vag.*
2	*Sphagnum*	*Sphagnum*
1	*Betula alba* und *Calluna vulgaris*	*Bet. alba*
		»Mosspeat« (= Hypnetum-Torf?)
	Salix und *Racomitrium*	*Salix* und *Equisetum*

Profile, die der Autor dem Nordosten des schottischen Highlandes verdankt, ergeben das folgende Resultat (l. c. 1906 S. 360).

Hauptsächlich *Scirpus* und
Sphagnum

Pinus silvestris

Sphagnum

Pinus silvestris

Sphagnum und
Eriophorum
Betula alba

Empetrum

Salix arbuscula,
außerdem in dem einen Profil *Arctostaphylos alpina*, in einem andern außer *S. a.* auch *Betula nana* und *Dryas octopetala.*

Salix reticulata, in dem einen Profil außerdem *S. herbacea.*

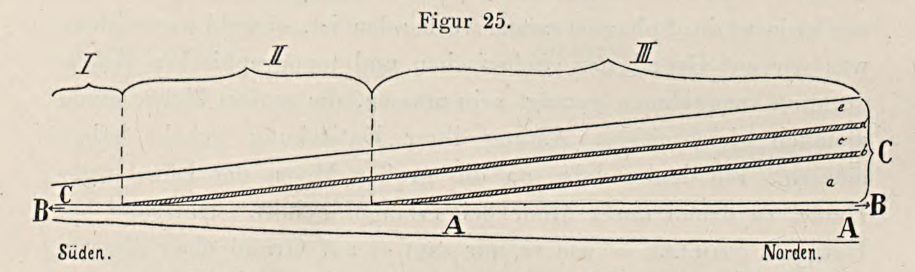
Bei Zugrundelegung der WEBER'schen Annahme wäre auf ein ganz besonders hohes Alter des Triangeler Moores zu schließen, weil es eben zwei säkulare Trockenperioden durchgemacht hätte, während andere Moore nur eine solche Trockenperiode und wieder andere gar keine erlebt haben. Es ergibt sich aber eben aus der hier mitgeteilten Tatsache des gelegentlichen Vorkommens auch von zwei verschiedenalterigen Grenztorfhorizonten die Anregung zu einer weiteren Untersuchung, inwieweit diese Grenztorfschichten sich vielleicht besser aus lokalen Erscheinungen heraus deuten lassen, da es doch immerhin recht auffällig ist, daß im übrigen in demselben Gebiet — wenn überhaupt — nur ein Grenztorfhorizont im Sphagnetumtorf vorhanden ist, obwohl nach allem, was wir auf Grund der geologischen und topographischen Konfiguration anzunehmen geneigt sein müssen, die großen Moore einen ziemlich gleichzeitigen Anfang ihrer Entstehung gehabt haben müssen. Ich denke dabei an die großen Moore der Lüneburger Heide, zu denen unser Moor bei Triangel gehört. Übrigens hat Herr Dr. STOLLER — wie er mir sagt — auf Grund ebenfalls von stratigraphischen Gesichtspunkten, aber auch aus der Betrachtung der subfossilen Pflanzenreste in diesen Mooren dieselbe Überzeugung gewonnen.

In Ostpreußen zeigen die mächtigsten Moore mit mehreren Metern Sphagnetumtorf meist keine Spur eines Trockenhorizonts; nur einmal (im November 1904) habe ich hier in einem Hochmoor einen Trockenhorizont gefunden, der sich, als Waldhorizont mit ziemlich starken Baumstubben im Profil eingeschaltet, zwischen einem älteren und einem jüngeren, ca. 1 m mächtigen, aber stark zusammengesunkenen Sphagnetumtorf auffällig hervorhob; es war dies in Torfstichen am Nordrande des Kackschen Balis bei Lesgewangminnen. Die Profile in den Torfstichen am SW-Rande desselben Moores zeigten nichts von einem Trockenhorizont. Ich habe mich in den folgenden Jahren vergeblich bemüht, in Ostpreußen noch an anderen Stellen Grenztorfhorizonte zu finden.

Das schematische Profil Fig. 25, einen Idealschnitt von Süden nach Norden bis fast zum Zentrum des Gesamtmoors bei Triangel

darstellend, veranschaulicht die Gründe, warum wir im S nur einen Grenztorfhorizont, im Zentrum jedoch deren 2 haben. Danach entwickelte sich auf dem Scheuchzerietummoor, in zentralen Lagen der Wanne beginnend und nach außen wachsend, ein Hochmoor, in dem Profil durch den reifen Sphagnetumtorf a gekennzeichnet. Es wurde dann der untere Grenztorf b erzeugt. Eine darauf eintretende Vernässung hatte den jetzt halbreifen Sphagnetumtorf c zur Folge, der übergreifend über die alte Hochmoorbildung im S jetzt dort über dem Scheuchzerietumtorf liegt. Wiederum wurde ein Grenztorf d gebildet. Sodann trat von

Figur 25.



Schematisches Profil der Schichten des Moores nördlich von Triangel.

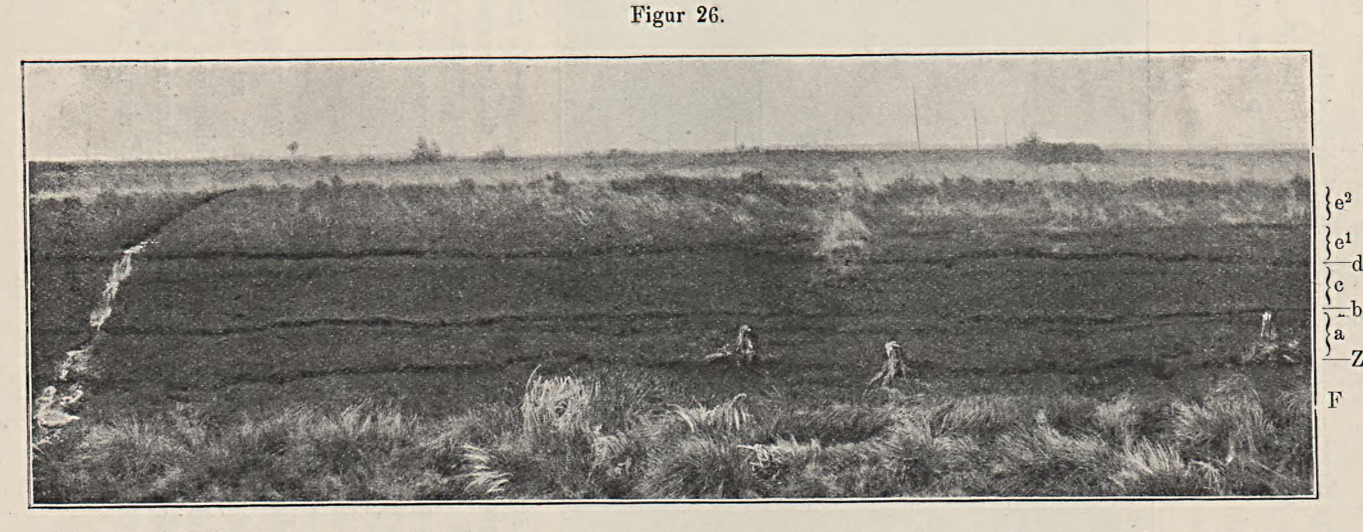
A = Flachmootorfe, B = Scheuchzerietumtorf, C = Hochmootorfe und zwar a = reifer, c = halbreifer und e = unreifer Sphagnetum-Torf. b = unterer, d = oberer Grenztorf-Horizont.

Bei I Sphagnetumtorf über Flachmoortorf und Scheuchzerietumtorf, bei II der Sphagnetumtorf durch einen Grenztorfhorizont unterbrochen, bei III durch zwei Grenztorfhorizonte unterbrochen.

neuem Vernässung ein, die den heute das Moor bedeckenden unreifen Sphagnetumtorf e zur Folge hatte, der über alle bisher entstandenen Hochmoorhorizonte a, b, c, d, am Rande übergreifend, hier von einem Scheuchzerietumtorf unterlagert wird. Es ist nicht etwa gemeint, daß es sich dabei durchweg um ein simultanes Scheuchzerietum gehandelt habe, sondern es wird dieses nach Maßgabe des südlichen Vorrückens des Hochmoores, insbesondere wohl durch die dabei resultierende Vernässung des Moorrandes, ebenfalls weiter wachsend herausgerückt sein.

Die beiden Grenztorfhorizonte des Triangeler Moores waren

Figur 26.



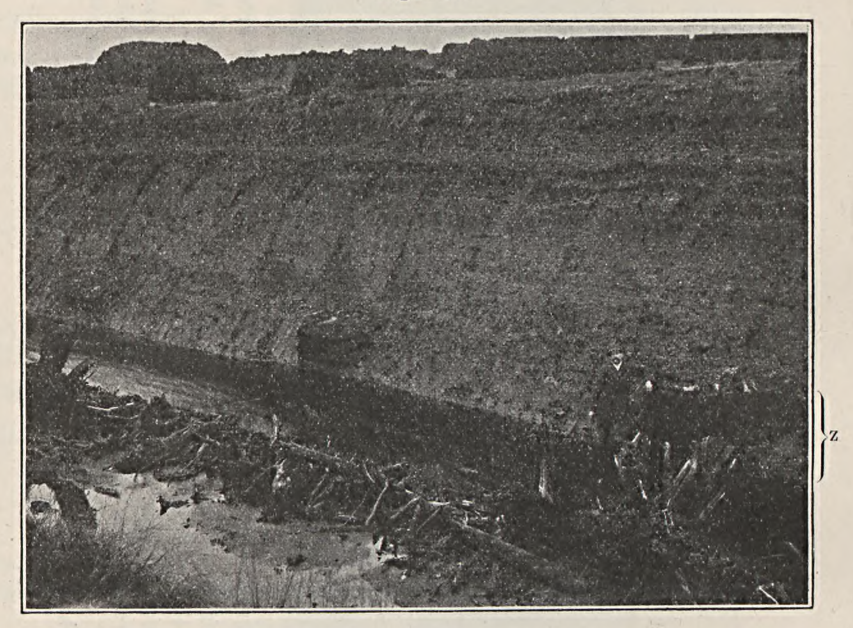
Profil in dem nördlichsten Teil der gegenwärtig abgebauten Südpartie des Moores bei Triangel.

(Es wurden im Frühjahr 2 Bilder nebeneinander aufgenommen und hier etwas retouchiert aneinandergefügt, um die Gleichmäßigkeit des Profils auf eine größere Erstreckung zu veranschaulichen.)

F = Flachmoortorf, Z = Zwischenmoortorf mit Kiefernstümpfen und einer durch vorübergehend höheren Wasserstand entstandenen Kehle, a = reifer Sphagnetumtorf, b = unterer Grenztorf-Horizont, c = halbreifer Sphagnetumtorf, d = oberer Grenztorf-Horizont, e = unreifer Sphagnetumtorf und zwar e^2 sehr stark ausgetrocknete obere Lage, in e ist ganz links auf dem Bilde ein Graben eingeschnitten, aus welchem Wasser herabfließt.

mir besonders in den nassen Jahreszeiten seit längerem aufgefallen, da sie dann auf den Profilen kleine Quellhorizonte darstellen (Fig. 26). Das Regen- und Schmelzwasser dringt dann zum guten Teil durch den unreifen Sphagnetumtorf bis auf den oberen Grenzhorizont hinab, in welchem es aber auf den Profilflächen

Figur 27.



Profil in der Nähe der Stelle, die die Figur 26 geliefert hat, aber zu einer anderen Zeit (im Sommer) aufgenommen, in der sich die Grenztorfhorizonte nicht wie in Figur 26 sofort als Quellhorizonte markieren.

Z = Zwischenmoor-Horizont mit großen Stubben von *Pinus silvestris*, darüber Hochmoortorf, deren oberster Teil besonders stark zusammengesunken und ausgetrocknet ist. Im Entwässerungsgraben liegen Stümpfe und Stumpfteile besonders aus dem Zwischenmoortorf.

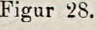
bei der Dichtigkeit des Grenztorfes heraustritt. Etwas von dem Wasser vermag aber doch diesen Grenztorfhorizont zu durchqueren und gelangt so in den wieder leichter durchlässigen halbreifen Sphagnetumtorf, bis es am unteren Grenztorfhorizont wiederum halt macht, um hier einen neuen quelligen Horizont in die

Erscheinung zu bringen. Die so innerhalb des Sphagnetumprofilteiles hervortretenden beiden horizontalen, durchaus parallelen, schmalen, sehr nassen Streifen sind, wie gesagt, in nassen Zeiten im hohem Maße auffällig, indem sich dort horizontal verlaufende Rinnen, Kehlen bilden; die Torfe dieser beiden Streifen sind, wie gesagt, Grenztorfe; unter dem untersten befindet sich noch typischer und zwar reifer Sphagnetumtorf. Die Erstreckung des bis jetzt von mir konstatierten Profiles mit 2 ununterbrochen durchgehenden Grenztorfhorizonten beträgt von Westen nach Osten und zwar in der Linie, die etwa durch die Haltestelle Neuplatendorf hindurch geht, fast 3 km; von Norden nach Süden beläuft sich das angegebene Profil ebenfalls, soweit es bis jetzt aufgeschlossen ist, auf mehrere Kilometer. Fig. 27 veranschaulicht ein Profil in der Fortsetzung des vorigen im Sommer aufgenommenen, d. h. zu einer Jahreszeit, in der die Quellhorizonte nicht scharf äußerlich in die Erscheinung treten, wenigstens habe ich sie dann nicht deutlich hervortreten sehen. Fig. 28 ist ein Aufschluß wesentlich weiter nach Süden; er entspricht dem Abschnitt II in dem Profil Fig. 25.

Natürlich dürfen die in der angegebenen Weise entstehenden Quellkehlen nicht mit solchen verwechselt werden, wie sie oft an Torfprofilen beobachtet werden können, deren unterer Teil im Wasser steht. Es bilden sich dann unter Umständen an der Oberkante des Wassers Brandungskehlen, die bei einem Fallen des Wasserspiegels auffälliger zur Erscheinung gelangen. Ein glücklicher Umstand hat es bedingt, daß auch solch eine Brandungskehle unten auf unserem Profil (Fig. 26) vorhanden ist, die also in diesem Falle nicht durch die Verschiedenartigkeit der Struktur der im Profil aufgeschlossenen Torfarten bedingt ist, wie das mit den beiden oberen Kehlen der Fall ist.

Beim Aufschwemmen der drei Sphagnetumtorfe zeigt der reife Torf ganz fein zerteilte Reste, soweit seine aus *Sphagnum* bestehende Hauptgrundmasse in Betracht kommt. Die meisten dieser feinen Partikel sind unter der Lupe oder dem Mikroskop sofort als zu *Sphagnum* gehörig zu erkennen. Der halbreife Sphagnetumtorf

Figur 28.





Aufschluß in dem südlichsten Teil des Moores bei Triangel.

S Sapropelit-Torf mit *Arundo phragmites.* A Profil durch Flachmoorwaldtorf mit Erlenstümpfen, e durch den obersten (unreifen) Sphagnetumtorf ohne Stümpfe. Vor e und rechts davon ist dieser Hochmoortorf abgebaut, so daß der Wald des hier allein vorhandenen oberen Grenztorfes d in Stümpfen von *Pinus silvestris* zutage tritt. (Hinten Hügel aufgeschichteter Sphagnetumtorf-Soden.) — (21. XI. 1907.)

ergibt bei derselben Behandlung mittelfeine Bestandteile, während der unreife aus groben, ohne weiteres für jedermann als *Sphagnum* erkennbaren Teilen zusammengesetzt ist. Den mittleren halbreifen Sphagnetumtorf bezeichnet Herr Dr. STOLLER vorne als Vaginetumtorf, und in der Tat tritt namentlich am Rande des Moorteiles, in welchem die beiden Grenztorfschichten aufgeschlossen sind, *Eriophorum vaginatum* in dem mittleren Sphagnetumtorf stellenweise etwas stärker hervor; jedoch bleibt die Hauptmasse auch dort *Sphagnum*, so daß er höchstens ein Sphagneto-Vaginetum-Torf ist. Sehr schnell nach dem Innern zu treten aber die charakteristischen faserigen Teile von *Eriophorum* zurück, so daß wir auch hier nur von einem Sphagnetumtorf reden können. Hier haben wir dann — z. B., wo der Name Köhlerhütte am Hauptlängswege durch das Moor auf dem Meßtischblatt steht — das folgende Profil:

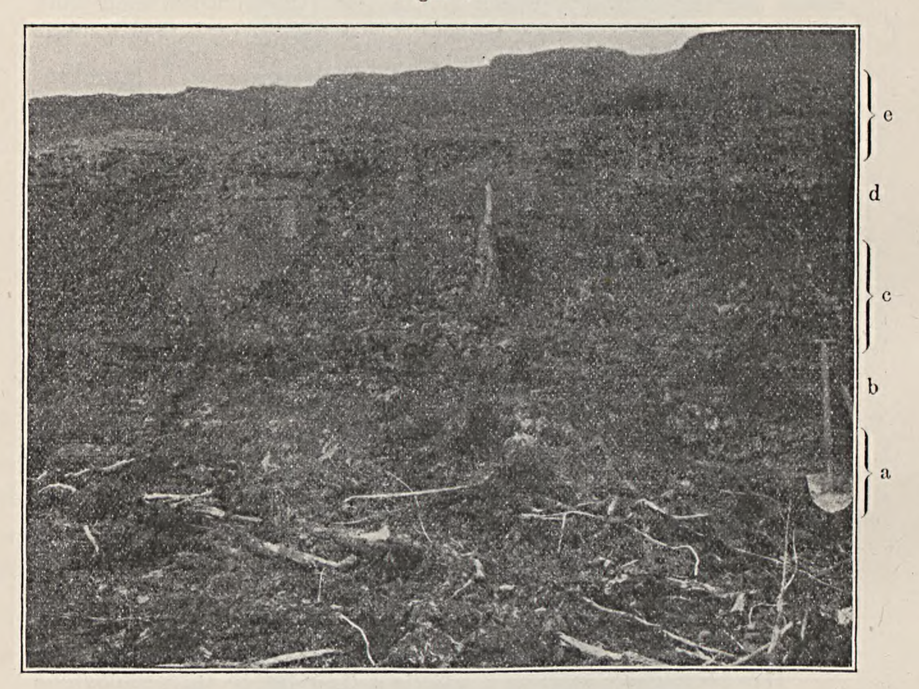
C) Hochmoortorf.
 e) Unreifer Sphagnetumtorf mit weniger *Eriophorum* 125 cm.
 d) Oberer Grenztorf 40 cm.
 c) Halbreifer Sphagnetumtorf mit etwas mehr *Eriophorum* 70 cm.
 b) Unterer Grenztorf 25 cm.
 a) Reifer Sphagnetumtorf ebenfalls mit etwas mehr *Eriophorum*, ca. 100 cm.
B) Zwischenmoortorf mit großen Kiefern- und Birkenstubben.
A) Flachmoortorf mit *Alnus glutinosa.*

Das nördlichste an dem genanntem Hauptwege aufgeschlossene Profil besaß die folgenden Maße, wobei immer zu beachten ist, daß durch die weitgehende künstliche Entwässerung ein wesentliches Zusammensinken des Gesamtprofiles namentlich in seinen oberen Teilen stattgefunden hat:

e) Unreifer Sphagnetumtorf bis fast 140 cm.
d) Oberer Grenztorf 35 cm.
c) Halbreifer Sphagnetumtorf mit nicht viel *Eriophorum* 110 cm.
b) Unterer Grenztorf ca. 30 cm.
a) Reifer Sphagnetumtorf ca 70 cm.

In den Grenztorfen treten außer *Eriophorum vaginatum*, Ericaceen wie besonders *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia* und überhaupt Typen, die auf trockenes Gelände weisen, stark hervor. Auf Grund der Pflanzenarten, insbesondere auch der kleinen Kiefern mit Brettwurzeln (S. 34 Fig. 5) die in unserem Hochmoor in den Grenztorfen häufig sind, die wie üblich mit ihren Spitzen in die

Figur 29.



Profil mehrere 100 m westlich des Profils Figur 26.

a = reifer, c = halbreifer und e = unreifer Sphagnetumtorf. b = unterer Grenztorfhorizont, in der Mitte des Bildes mit einem zugespitzten Kiefernstubben. d = oberer Grenztorfhorizont.

darüber befindlichen jüngeren Schichten einstechen (Fig. 29), würde ich die Grenzhorizonte für fossile den Landklima-Hochmooren angenäherte halbtote Hochmoore halten, in denen wir gerade auch einen reicheren Kiefernbestand als Charakteristikum auftreten sehen.

Die Trockenhorizonte des Moores nördl. Triangel deuten auch dadurch auf trocknere Verhältnisse der damaligen Oberflächen, daß ich gerade in diesen wiederholt an verschiedenen Stellen Holzkohlenpartikel und Asche gefunden habe als Hinweis auf die zur Zeit der Entstehung der Grenztorfe wegen ihrer relativen Trockenheit leichter wohl durch Blitzwirkung entzündbaren Gelände.

Ich betone, daß ich diese Angabe mit denselben Worten auch in meiner Abhandlung »Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils« (1909 S. 408 oben) mache, weil nach C. A. WEBER (Z. d. D. G. G. 1910 S. 159) die beiden in Rede stehenden Horizonte in dem Sphagnetumtorf in dem genannten Hochmoor Brandlagen im älteren Sphagnetumtorf sein sollen. Er sagt aber, daß auch im jüngeren Sphagnetumtorf Brandlagen nicht fehlen, »aber nicht auf weiten Strecken im Zusammenhange durch das Moor verfolgt werden können«, wie einige des älteren Sphagnetumtorfes. WEBER bleibt l. c. dabei, daß in dem Profil des genannten Moores nur ein Trockenhorizont im Sphagnetum-Torf-Anteil vorhanden sei. Da frage ich denn: wo steckt denn nun in dem Profil dieser eine Trockenhorizont WEBER's, wenn es nicht der eine von meinen beiden ist? Da müßte man annehmen, ich hätte diesen auffälligen Horizont übersehen und an Stelle dessen 2 weit getrennte gewaltig ausgedehnte Brandlagen gefunden. Das ist aber nicht der Fall, sondern es sind in der Tat 2 Trockenhorizonte vorhanden. WEBER hätte erst noch einmal das Profil mit wirklicher Berücksichtigung meiner Angaben nachprüfen müssen. Die Herausgabe der vorn genannten WEBER'schen Profile des in Rede stehenden Moores hatte mich erst veranlaßt, einer Beobachtung nachzugehen, die ich schon vor mehreren Jahren gemacht hatte. In der Arbeit des Genannten »Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands«[1]) gibt er nämlich an, daß das von ihm gebotene Hoch-

---

[1]) WEBER in dem Bericht über die 4. Zusammenkunft der freien Vereinig. der system. Botaniker und Pflanzen-Geographen zu Hamburg am 13.—16. September 1906. Leipzig 1907, S. 34.

moorprofil dem »Großen Gifhorner Moor im Süden der Provinz Hannover entnommen« sei. Dieses große, von Triangel bis fast nach Vorhop reichende Moor, auch Westerbecker Moor genannt, habe ich seit Jahren wiederholt untersucht. Die Brandstellen habe ich mir aber bei diesem Vorkommnis ganz anders erklärt wie WEBER und tue das auch noch heute. Ich war nämlich der Meinung, daß zur Zeit der Bildung der Trockenhorizonte ein Brand im Moore leichter möglich gewesen sei, als in den Zeiten vollständiger Vernässung, wie denn ganz generell in Profilen mit Torflagern, die auf trockenes Gelände deuten, wie die von Zwischenmooren, Brandlagen und Brandstellen besonders häufig sind. In der neuesten Arbeit WEBER's, die mir bekannt geworden ist, finde ich nun wenigstens bei seiner Besprechung des Aufbaus des Hochmoors von Bernau am Chiemsee in Bayern[1]), in welchem er ebenfalls eine Brandlage gefunden hat, den Satz: »Es ist möglich, daß jene Brandlage zufällig mit dem Grenzhorizont zusammenfällt, und es ließe sich Dafürsprechendes anführen«. Meinen Standpunpt habe ich, denke ich, nun hinreichend festgelegt: für mich sind die Trockenhorizonte in Hochmooren für Brände prädestinirt gewesen, jedenfalls natürlich sehr viel leichter größeren Bränden zugänglich gewesen als Seeklima-Hochmoor-Flächen.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß Lagen von Zwischenmoortorf in Profilen natürlich ebenfalls auf trockenes Gelände deuten, dessen Entstehung aber durchaus nicht auf ein zeitweilig trockenes Klima zurückgeführt werden kann. Gerade diese bereits vollständig aufgehellte Tatsache weist mit Nachdruck darauf hin, wie vorsichtig man sein muß, in Profilen vorkommende Horizonte, die ein trockenes Gelände angeben, nun aus diesen auch ohne Weiteres auf ein trockenes Klima zu schließen.

Aus alledem geht hervor, welche großen Schwierigkeiten es hat, die verschiedenen Schichten verschiedener Torfprofile zeitlich zu horizontieren.

---

[1]) WEBER, Bericht über eine Studienreise zum Zweck der Untersuchung einiger geologisch interessanter Moore der Alpenländer. (Protokoll der 66. Sitzung der Zentral-Moor-Kommission 1911 S. 255/256).

D. Höhenmoore.

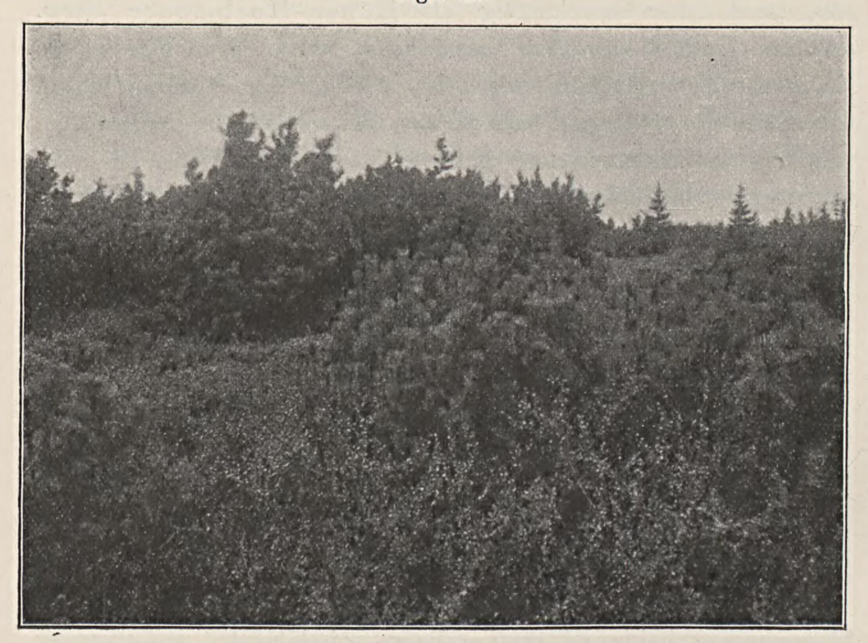
Höhenmoore (hierher u. a. Gebirgs-, Gebirglands-Hochmoore, subalpine Hochmoore) — hochgelegene Moore — und Hochmoore, die von nicht Orientierten so oft für dasselbe wie Höhenmoor gehalten werden, sind auseinander zu halten. Bei uns sind die Höhenmoore allerdings meistens Hochmoore, aber auch Zwischenmoore, aber beides durch die Höhenlage und infolgedessen Vegetations-Verschiedenheit Hoch- und Zwischenmoore besonderer Art, die man daher zweckmäßig als Höhen-Hochmoore bezw. Höhen-Zwischenmoore herausheben wird. Daß Flachmoore in den größeren Höhen fehlen, ist in erster Linie bedingt durch die Kälte dieser Region, die keine hinreichend ausgiebige Ausnutzung der Bodennahrung gestattet, die auch dort eine Ausnutzung der im Boden und im zirkulierenden Wasser vorhandenen Nahrung verhindert, wo sie in chemisch geeigneten Verbindungen und geeigneten Mischungen vorhanden ist, derartig, daß unter klimatisch günstigeren Bedingungen eine Flachmoor-Vegetation Platz greifen würde. Es kommt hinzu, daß die Vegetation der Flachmoore durchschnittlich länger andauernde Wärme verlangt, als sie die Höhen der Gebirge mit Höhenhochmooren bietet.

In erster Linie treten Höhenmoore natürlich über der Baumgrenze auf, jedoch drückt ein Moorgelände durch seinen nassen und kalten Boden die Baumgrenze beziehungsweise die Höhengrenze der alpin angehauchten Vegetation herab, so daß Höhenmoore in unserem Gebirgslande — so in den Sudeten, deren Baumgrenze bei rund 1200 m liegt — bereits bei rund 800 m, oft sogar schon etwas darunter beginnen und im Erzgebirge, daß bis zum Kamm mit Fichtenhochwald bestanden ist, dieser ebenfalls in rund 800 m Höhe von Höhenhochmooren unterbrochen wird. Daß der Wald verdrängt wurde, kann man sehr oft auch dadurch beobachten, daß der liegende anorganische Untergrund mit mächtigen Baumstümpfen bestanden sein kann, so an vielen Orten im Schwarzwald, im Erzgebirge und im Harz.

Schon in der Region, die der Baumgrenze vorausgeht, weisen auch sonst die Vegetations-Vereine bereits mehr oder minder

deutlich auf eine größere Durchschnittskälte hin, wie das Zurücktreten der Baumarten des Unterlandes, während die Fichte (*Picea excelsa*), die größere Kälte erträgt, vorhanden ist. Für *Alnus glutinosa* und *Arundo phragmites* z. B. ist das Klima bereits viel zu ungünstig. Positiv charakterisieren sich unsere Höhenmoore dadurch, daß eine Anzahl hochnordischer Pflanzenarten hinzukommen, die in den Hochmooren des norddeutschen Flachlandes

Figur 25.



Höhenhochmoor mit Pinus montana, vorn Betula nana.
Unweit Sebastiansberg im Erzgebirge. — Ende August 1909.

fehlen oder doch hier nur gelegentlich auftreten. Dahin gehören u. a. *Eriophorum alpinum*, *Carex irrigua*, *C. pauciflora*, *C. rigida*, *Pinus montana*, *Betula nana* (Fig. 25). Bei der reichlichen Nebel- und Wolkenbildung in den Höhen gleichen unsere Höhenhochmoore also namentlich auf Hochebenen, im übrigen bei horizontaler Oberfläche, unseren Seeklima-Hochmooren. Allein größere horizontale Gelände sind im Gebirgslande seltener als geneigte

und demzufolge ist das Wasser bewegter. Auf die stärkere Wasserbewegung weist auch die weitgehende Kaolinisierung des Liegenden der Höhenmoore, wo dieses Liegende Gneis oder Granit ist, so in den Sudeten, im Erzgebirge und im Harz. Ferner sind hervorzuheben die Winde, die in Verbindung mit dem geringeren Luftdruck die Verdunstungsgröße wesentlich steigern. Das alles bedingt einen beträchtlichen Unterschied der Höhen-Hochmoore gegenüber den Unterlands-Hochmooren. So tragen denn unsere Höhen-Hochmoore fast überwiegend — wenigstens Teile von ihnen — mehr oder minder Hangmoorcharakter, und bei besonders reichlichen Niederschlägen reißt das Wasser hier leichter ein und bringt überdies einen größeren Wechsel von Nahrung wie in den Mooren unseres ebenen Unterlandes. Daher ist denn auch die Flora keine absolut reine Hochmoorflora, sondern tendiert in vieler Hinsicht floristisch zum Zwischenmoor oder Landklima-Hochmoor oder endlich zu der trockeneren Hangzone des Randes der Seeklima-Hochmoore, so durch das meist ständig starke Hervortreten von *Vaccinium myrtyllus*, durch das fast stete Vorhandensein des einjährigen *Melampyrum pratense paludosum*, einer Form, die als Charakterpflanze für unsere Seeklima-Hochmoor-Vorzonen, Höhenmoore und Zwischenmoore, so gut wie übersehen worden ist.

Außer den genannten treten auch andere Moor-Ericaceen stark hervor; demnach versteht man, warum im Erzgebirge die Höhen-Hochmoore schlechtweg Heiden heißen (vergl. S. 11), und im Riesen- und Isergebirge sagt man schlechtweg Wiesen, was auf Begehbarkeit, hier auch größere Mischung von Pflanzenarten hindeutet und auf ihren Gegensatz zu dem umgebenden Hochwald, wie die »Iserwiese«, die »Knieholzwiese« usw. im Isergebirge.

Die gelegentlich größere Trockenheit der Höhenmoore gestattet sogar unter Umständen ein Abbrennen, ohne daß vorher eine Entwässerung nötig wäre. Unter den Höhenmooren selbst gibt es aber natürlich auch viele Unterschiede des Grades ihrer Durchschnittsnässe. So sind z. B. die Isergebirgs-Höhenhoch-

moore generell nässer als die Erzgebirgs-Höhenhochmoore, wie u. a. durch das starke Zurücktreten und stellenweise vollständige Fehlen von *Carex limosa* in den letzteren angezeigt wird.

Bei all diesem ist es begreiflich, wenn Übergänge von Moorgeländen zu Trockentorfgeländen — man könnte letztere Gebirgs- oder Höhen-Trockentorf-Tundren nennen — viel vorhanden sind, was dann besonders auffällig ist, wenn ein Gelände einen Wechsel der beiden genannten Formen aufweist. Da erblicken wir dann stellenweise die Höhenhochmoor-Flora und nicht weit davon bei der schnellen Änderung der Verhältnisse, wie sie im Gebirge üblich ist, eine Trockentorf-Flora z. B. mit Beständen von *Nardus stricta*, *Aera flexuosa* u. dergl.

Von der meist beträchtlichen Niederschlagshöhe ist ganz besonders bei den Höhenmooren viel abzurechnen, das den Mooren nicht zugute kommt. Denn der gerade hier gegenüber dem Unterlande weit ergiebigere Schneefall gibt beim Tauen zunächst vollständig abfließendes Wasser her, das die Höhenmoorbildung nicht ordentlich unterstützt. Auch kommt hinzu, daß in den trockenen Monaten oder Wochen die Moore durch die auf den Höhen besonders starke Wirkung der Sonnenwärme leicht oberflächlich trocknen, unterstützt durch den selbst bei schwachen Hängen leichteren Wasser abfluß. So erinnern denn Höhenhochmoore vielfach selbst an tote Hochmoore, die hier freilich nur vorübergehend dieses Stadium aufweisen, und es kann nicht Wunder nehmen, daß auf Höhenmooren regelmäßiger die auf den lebenden Hochmooren des Unterlandes untergeordneter auftretende Erscheinung zu beobachten ist, daß die Oberfläche von *Sphagnum*-Polstern mehr oder minder austrocknet: sich durch Wasserverlust aufhellt.

Im Gegensatz zu den lebenden Seeklima-Hochmooren zeigen die Höhenhochmoore oft ausgetrocknete Schlencken mit bereits zersetztem, schwarzem Torfboden (Fig. 26) und beim Graben trat in Löcher von mindestens 0,5 m Tiefe im August 1909 kein Wasser in das Loch; der umgebende nasse Torf hielt es fest. Wie verschieden davon verhält sich ein lebendes (!) Seeklima-Hochmoor, das schwarze Schlenken nie besitzt! Alles, der ganze

Boden ohne jede Lücke, ist mit lebender Vegetation bedeckt: die Bulten und die Schlenken. Beim Aufreißen des Bodens tritt sofort Wasser in die Lücke, die ganze Oberfläche ist naß und sumpfig, während die Höhenmoore — wenigstens im Hochsommer — bequem wie tote Unterlands-Hochmoore begehbar sind.

Figur 26.



Blick in das Höhenhochmoor mit Pinus montana bei Sebastiansberg im Erzgebirge.

Vorn eine trockene Schlenke. — Ende August 1909.

Berücksichtigt man nicht die angegebenen eigenartigen Verhältnisse im Gebirge, so sollte man bei bloßer Beurteilung der Feuchtigkeitsverhältnisse und ohne Kenntnis des tatsächlichen Sachverhalts in der Ausbildung der Höhenmoore nicht glauben, daß sie nicht zu dem Seeklima-Typus gehören müßten. Nach freundlicher Angabe von Herrn H. Schreiber hat Sebastiansberg im Erzgebirge in rund 800 m Höhe, wo sich ein großes typisches

Höhenhochmoor befindet, ca. 100 cm jährlichen Niederschlag; der Schnee bleibt aber 5—6 Monate liegen; Nebeltage gibt es bis gegen 100; Windstille herrscht fast niemals.

Bei alledem ist es verständlich, wenn die Torfbildung bei den Höhenmooren generell viel langsamer von statten geht als sonst und daß der Torf meist schon oben bereits halbreif und zuweilen ganz reif ist und daher oft eine obere Schicht unreifen Sphagnetumtorfes nicht erkennen läßt. Auch dort, wo ein noch heller Sphagnetumtorf vorhanden ist — wie im Erzgebirge unter der zersetzteren oberen Lage — ist dieser nicht so unreif, wie in unseren echten Seeklima-Hochmooren des Flachlandes, sondern ist ein Zwischending zwischen unreifem und halbreifem Sphagnetumtorf. In den entsprechenden und höheren Regionen der Alpen ist es ebenso: dort gibt es keinen hellen, keinen unreifen Hochmoortorf.

Freilich haben unsere Höhenmoore der Sudeten und des Erzgebirges, wie aus der oben gemachten Andeutung hervorgeht, nicht immer den angegebenen generell trockenen Charakter gehabt wie jetzt. Herr Direktor HANS SCHREIBER hatte bei meinem Besuch in Sebastiansberg im Erzgebirge ein Profil vorbereitet, an welchem dieselbe Schichtenfolge zu beobachten war, wie an vielen der nordwestdeutschen Flachlands-Hochmoore: 1. zu oberst eine schwache Schicht reiferen (jüngsten) Torfes, darnach 2. ein mächtiger, heller, fast unreifer Sphagnetumtorf, dann 3. eine schwache Lage reifen Torfes, hervorgegangen aus einem Vegetationsbestand, der dem heutigen glich, dann 4. eine wiederum mächtigere Lage reifen Sphagnetumtorfes, sodann 5. Scheuchzerietumtorf, 6. Betula-Torf und darunter 7. Phragmites-Torf. Die Schicht 2 weist darauf, daß unmittelbar vor der Jetztzeit nässere Verhältnisse geherrscht haben usw., das Vorkommen von *Arundo phragmites,* daß es noch früher auch wärmer war. Herr SCHREIBER, der diese Pflanze seit über einem Jahrzehnt bei Sebastiansberg angepflanzt hat, hat sie nie zur Blüte gebracht: sie war immer mit Blattläusen bedeckt, das meiste ist zugrunde gegangen und die paar übrig gebliebenen Halme, die ich noch zu sehen bekam, machten einen kümmer-

lichen Eindruck. Auch Haselnüsse haben sich im untersten Torf gefunden, wie FR. SITENSKY mitteilt[1]), und auch *Corylus Avellana* gedeiht heute nicht mehr in diesen Höhen. Herr SCHREIBER zeigte mir ebenfalls eine Haselnuß und zwar aus dem Birkentorf von Sebastiansberg.

Wo eine ebene oder ebenere Ausgestaltung des Geländes vorhanden ist, sind auch auf den Höhenmooren Kolke vorhanden, aber in nächster Nähe kann der Boden schon wieder geneigt sein und die Höhenmoore entwässern bei dieser Bodenbewegung generell viel flotter als die Unterlands-Hochmoore und die Gräben in den Höhenmooren können, wo sie in Hangmoore übergehen, tiefe und breite Schluchten einreissen, deren Wände dann das dunkle Torflager im Profil zur Anschauung bringen. Auch Schlenken können gelegentlich den Rüllen ähnlich werden, man könnte dann von Rüllen-Schlenken sprechen.

Durch Schneedruck und größere Wasserbewegung kann in den geneigten Strecken das Moor treppen-(staffel-)förmig abreißen, wodurch besonders der Eindruck eines toten Hochmoor-Geländes erhöht wird. Bei der meist reiferen Beschaffenheit und infolgedessen größeren Wasserundurchlässigkeit des Höhenmoortorfes als des jüngsten Sphagnetum-Torfes der Unterland-Hochmoore, können dann aber neben einem durch Abreißen eines Moorstückes entstandenen Graben Kolke vorhanden sein. Besonders auffällig ist ihr Auftreten wenn eine höher gelegene Treppenstufe Kolke trägt und die untere nicht. Bei künstlichen Entwässerungen reißt das Wasser natürlich schnell sich erweiternde tiefe und breite Bäche, die besonders Torf verlagern und nach abwärts schwemmen. Auch lösliche Humusstoffe werden den Höhenmooren, die fast überall durch ihren Wassergehalt Quellgebiete für Bäche und Flüsse sind, besonders reichlich bei dem Ausfließen des Wassers entzogen. »So sind — sagt HANS V. STAFF[2]) — im schönsten der Hochtäler des Riesengebirges, im Weißwassergrunde, die

[1]) SITENSKY, Torfmoore Böhmens 1891 S. 150.

[2]) Vom Grundwasser des Riesengebirgskammes. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1910 S. 456.

Hänge im unteren Teil an jeder noch so kleinen Steinstufe, wo das Grundwasser zutage tritt, mit prächtigen meist mehr oder weniger gelbbraunen Eiszapfen verziert.« Die von den Gebirgen aus Mooren herunter kommenden Gewässer sind oft dunkelbraun.

Daß trotz dieser bewegten Verhältnisse überhaupt auch in den Hangteilen der Höhenmoore Torf entsteht, hat seine Ursache gewiß zum großen Teil in der die Zersetzung zurückhaltenden Durchschnittskälte. H. v. Staff sagt von den Höhenmooren des Riesengebirges (l. c. S. 455): »Die geringe Wärmeleitfähigkeit des im Winter hoch mit Schnee überdeckten Moorbodens verursacht überall schon in geringer Tiefe das dauernde Auftreten der mittleren Jahreswärme, die somit auch das nahezu stagnierende Grundwasser zu besitzen pflegt.«

Das Charakter-Gehölz unserer Höhenhochmoore ist *Pinus montana*, das Knieholz, Krummholz, die Latsche, Legföhre, Berg-Moorkiefer, wie diese Pflanzenart in ihrer Strauchform, in ihrer niederliegenden Form heißt; aber es gibt auch eine hochstämmige Form, bis über 10 m hoch, die als Spirke bekannt ist und im ganzen an geschützteren Orten vorkommt. Diese tritt ganz allgemein in Süddeutschland und der Schweiz besonders auf toten Hochmooren stark hervor, ebenso wie auf zwischenmoorigen Geländen. Solche Moore heißen nach Schröter (1904 S. 83) Föhrenmoos, Farrenmoos, Dailly, von daille = Kiefer.

So gesund die Exemplare der Legföhre auch aussehen, besser aufwachsen tun sie an trockeneren Stellen, als es die Hochmoore sind, beziehungsweise dort, wo die Bodenwasser-Bewegung eine etwas ausgiebigere ist. Sobald ein Höhenmoor entwässert wird, sind die Gräben schnell an dem höheren Aufwachsen der Latsche im näheren Entwässerungsbereich der Gräben zu erkennen: das habe ich besonders schön im Iser- und Erz-Gebirge gesehen.

Diese Beobachtung steht im Gegensatz zu einer Angabe von C. T. Sachse (1855 S. 11) über die »Sumpfkiefer«; sie gedeihe — meint er — um so besser, je nasser der Boden sei und verkümmere und sterbe ab, sowie der Standort trocken werde.

C. H. Binder sagte schon 1846: In weichem, wasserreichem Boden scheine diese Kieferart am besten zu gedeihen. Damals waren aber auch noch nicht so viele Entwässerungsgräben vorhanden, die auffällig an ihren Rändern, wo es also trockener geworden ist, das sofort kräftigere Aufwachsen von *Pinus montana* kundtun.

Im Folgenden nun einige Beispiele der floristischen Zusammensetzung unserer Höhenhochmoore.

Ist die Torfmächtigkeit noch eine geringere, so ist dementsprechend der Wechsel zwischen nassen und trockeneren Stellen größer; es seien die an trockeneren Stellen vorkommenden Arten mit einem t angemerkt.

Hangmoor-Stelle mit starker Hinneigung zum Zwischenmoor unmittelbar östlich der Prinz-Heinrich-Baude im Riesengebirge (VII. 1909): *Sphagnum! (Polytrichum)*, *Hypnum* cf. *fluitans*, *Lycopodium Selago* t, *Polystichum spinulosum*, *Aira caespitosa*, *Eriophorum vaginatum*, *E. angustif.*, *Veratrum*, *Pinus mont.*, *Picea*-Anflug, *Salix Lapponum*, *Vaccinium Myrtyllus*, *(V. vitis id.)*, *(Calluna vulg.)*, *Polygonum bistorta*, *(Viola biflora)*, *Trientalis eur.*, *Homogyne alp.*, *Mulgedium alpinum.*

Das Höhenhochmoor-Gelände südlich der Prinz-Heinrich-Baude im Riesengebirge, namentlich bis zu den Aupaquellen, mit rund bis 1 m Mächtigkeit und darüber eines schwarzen Torfes bestanden mit *Pinus montana!!* und Anflug von *Picea excelsa*, außerdem mit etwas *Sorbus aucuparia*, trug an Gesträuch niedrig bleibende Exemplare von *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtyllus!*, (*oxycoccos*), *uliginosum!*, (*vitis idaea*) und *Empetrum nigrum.* Von Moosen (übrigens auch Flechten: *Peltigera* t) außer *Sphagnum*, *Polytrichum strictum*, im Wasser *Hypnum fluitans*, *Aulacomnium palustre.* Im übrigen waren noch bemerkenswert: *Lycopodium alpinum* t, *Aspidium spinulosum*, *Scirpus caespitosus*, *Carex rigida* und *irrigua*, *Eriophorum vaginatum*, *Anthoxanthum odoratum* t, *Nardus stricta* t, *Aera caespitosa* t, *Veratrum*, (*Listera cordata*), *Trientalis*, *Pedicularis sudetica*, *Melampyrum pratense paludosum*, *Homogyne alpina* (und *Hieracium alpinum* t).

Das Moorgelände bei den Aupaquellen mit über 1 m Torf hat in seiner Vegetation denselben Charakter wie das vorige; es ist schwach hängend. Es war bei meinem Besuch (VII. 1909) stellenweise durch Wasser zerrissen: der Torf stand an einer Stelle treppenförmig an und es fanden sich einige Einsturzkessel mit unterirdisch fließendem Wasser. Stellenweise machte es stark den Eindruck wie ein in Entwässerung begriffenes Unterland-Hochmoor. Ein durch das Gelände fließender kleiner Bach wurde begleitet von *Veratrum*, *Rumex* cf. *acetosa*, *Polygonum bistorta* und *Senecio*. Sonst fanden sich u. a. außer manchen schon im vorausgehenden Fall genannten Arten im Wasser eine Jungermanniacee?, auf dem Torf *Lycopodium selago* t, (*Eriophorum angustifolium* an einer Stelle mit fließendem Wasser), *Carex atrata* t, *C. irrigua* als Verlander der Schlenken und Teiche zusammen mit *Sphagnum*, *Gymnadenia albida* t, *Bartschia alpina* t, *Primula minima* t.

Das Höhenhochmoor südlich der Neuen schlesischen Baude im Riesengebirge ist im ganzen ein Sattelmoor, dessen einer Flügel schwach nach Süden, der andere schwach nach Norden herunterhängt. Es fanden sich (9. VII. 1909) an nassen Stellen mehr *Sphagnen*, und die Ericaceen treten wie immer hier zurück. Häufig war *Polytrichum strictum*!! Trockenere Stellen zeigten *Cladonia rangiferina* und *Cetraria islandica* sowie *Molinia*. Auf dem Plateau der Sattellinie zu finden sind Teiche und Rinnsale, diese mit *Carex rostrata*. Als generell auftretende Arten sind außer *Pinus montana*!! und krüppeligen *Picea excelsa*-Exemplare zu nennen *Eriophorum vaginatum*!! *Scirpus caespitosus*!!! *Carex irrigua*, *C. pauciflora*! *Empetrum nigrum*, (*Andromeda polifolia*), *Vaccinium uliginosum*!! *V. myrtillus*!! (*V. vitis idaea*), *V. oxycoccus* und *Melampyrum pratense paludosum*!

Die Höhenhochmoore des Isergebirges (dort Wiesen genannt) stimmen mit denen des Riesengebirges überein. Ich habe u. a. untersucht (VII. 1909) das Moor südlich Groß-Iser, die Kobelwiese (eine zur Iser abhängende Moorfläche). Überall fand sich *Melampyrum pratense paludosum* und zwar gern unter *Pinus montana*. Besonders die Kobelwiese zeigt in ihrem gegenwärtigem

Zustande stellenweise eine Hinneigung bis zu Flachmoortypen wie u. a. *Equisetum limosum.* Bemerkenswert ist *Betula nana*, ebenso wie im Erzgebirge, Fig. 25. In beiden Gebieten, die sehr ähnlich sind, spielen auf den Höhenhochmooren alle unsere Vaccinien eine große Rolle; das meiste ist überhaupt gemeinsam: *Carex pauciflora, Juncus filiformis* und *squarrosus* usw.

Auch die Fichte (*Picea excelsa*) geht, wie schon aus dem Vorausgehenden erhellt, nicht selten auf die Höhenmoore, wird dann aber meist zu einem kleinem Krüppelbaum.

Gelegentlich, z. B. in dem kleinen Moor in rund 845 m Meereshöhe und bis 1,5 m mächtigem Torf nördlich der Friedrichbaude westlich von Ober-Schreiberhau im Riesengebirge (dem Moor, von welchem das Bad Warmbrunn gegenwärtig seinen Torf zu »Moorbädern« bezieht) waren ausschließlich kleine Krüppelfichten vorhanden (das auf diesem Moor vorhandene Knieholz ist gepflanzt), ebenso auf einem kleinen, schwach hängenden Moor östlich von Sebastiansberg an der Merzdorfer Straße (böhmisches Erzgebirge) mit rund 0,5 m mächtigem Torf, Fig. 27. In diesen beiden Fällen deutet die reichere Flora und ihre Zusammensetzung auf nahrungsreicheren Boden, der wohl im Unterlande bei größerer Wärme Flachmoortypen tragen würde. Die Flora ist ein Gemisch von Hochmoor- bis Flachmoorpflanzen, wie die folgende Liste zeigt. Die Fichte deutet überhaupt auf etwas bessere Bodenverhältnisse hin, wie z. B. der zunächst als Beispiel herbeigezogene Fall deutlich macht.

Ein Hang-Höhenhochmoor in der Nähe der Bahn bei Reitzenhain im Erzgebirge, war zu der Zeit, als ich es besuchte, sehr trocken. Unten war es mit Krüppelfichten, oben mit *Pinus montana* bestanden, sonst notierte ich *Sphagnum*, das alle Jahre in der trockenen Zeit absterben soll, ferner *Cladonia rangiferina.* Sträucher: *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris!! Vaccinium myrtillus! oxycoccos, uliginosa* und *vitis Idaea.* Stauden: *Carex stellulata* und *vulgaris*, *Eriophorum vaginatum! Aera flexuosa, Potentilla silvestris.* Als 1jährige Pflanze wieder nur *Melampyrum prat. paludosum.*

Das als schwaches Hangmoor entwickelte Fichten-Höhenmoor an der Merzdorfer Straße östlich Sebastiansberg wird als Viehweide benutzt, was bei Beurteilung der nachfolgenden Pflanzenliste in Rücksicht zu ziehen ist.

Figur 27.



Fichten-Höhenmoor bei Sebastiansberg im Erzgebirge.
Ende August 1909.

Von Moosen sind im Gemisch vorhanden *Sphagnum! Polytrichum!*, *Hypnum fluitans* und andere Braunmoose. — Von Pteridophyten *Equisetum limosum*. — Von Gehölzen außer *Picea excelsa* noch *Salix aurita*, *Sorbus aucuparia*, darunter Ericaceen: *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *oxycoccos*, *uliginosum* und *vitis idaea*. — Cyperaceen: *Eriophorum angustifolium* und *vaginatum*, *Carex caespitosa*, *canescens*, *pauciflora*, *rostrata*, *stellulata*, *vulgaris!* — Gramineen: *Agrostis canina*, (*Calamagrostis lanceolata*), *Deschampsia caespitosa*, *Nardus stricta*. — Juncaceen: *Juncus effusus*, *filiformis* und *squarrosus*. — Phanerogamen: *Potentilla*

silvestris, *Comarum palustre*, *Viola palustris*, *Galium pal.*, *(Menyanthes)* und auch wieder *Melampyrum paludosum.*

Aber auch wo man die Beimischung von Flachmoortypen nicht auf eine eventuelle Beeinflussung durch das Vieh schieben kann, sind unter sonst geeigneten Umständen solche Flachmoortypen beigemischt: es gibt eben natürlich alle nur ausdenkbaren Übergänge zwischen Hochmoor, hier speziell Höhenhochmoor und Flachmoor.

Höhenhochmoore, je nach den klimatischen Umständen und der zur Verfügung stehenden Pflanzennahrung mehr oder minder zum Zwischenmoor-Typus neigend, sind auf der Erde etwas ganz Generelles. J. Briquet z. B. macht in den Verhandl. der Schweizer. Naturf.-Ges. (1910 I S. 267) eine Angabe über die alpine Flora von Torflagern auf den Höhenplateaus von Süd-Corsica. Hiernach und einer brieflichen Ergänzung hierzu, die ich ihm verdanke, das Folgende. Briquet nennt die in Rede stehende Pflanzengemeinschaft Pozzine, von pozzi (= puits), das sind tiefe kleine Seen oder Weiher, die auf den in Betracht kommenden Geländen gern vorkommen, aber natürlich auch fehlen können. Pozzinen sind zusammengesetzt von einem sehr dichten Gramineen-, Cyperaceen- und Parvo-Juncaceen-Rasen; die unterirdischen Organe der Pflanzen bilden eine dicke torfige Lage (épaisse couche tourbeuse), die ständig naß ist. Der Torf ist 1—1,5 m mächtig, wahrscheinlich gelegentlich noch mächtiger. Der Autor gibt von Arten an: *Nardus stricta nana*, *Scirpus caespitosus*, *Juncus alpinus rariflorus pygmaeus*, *J. capitatus minutus*, *Carex rigida intricata*, *C. echinata grypos pygmaea*, *C. flava nevadensis*, *Poa annua exigua*. Hieran schließen sich die Hygrophilen: *Pinguicula corsica*, *Ranunculus Marschlinsii*, *Veronica repens*, *Potentilla procumbens Salisii*, *Bellis Benardi*, *Bellium nivale*. Nur sporadisch kommt *Sphagnum cymbifolium* vor, begleitet von etwas *Hypnum* und *Polytrichum*. Die Halmgewächse haben nur 0,5—3 cm hohe, oberirdische Organe und bilden einen wahren Samtboden (»forment un vrai velours«).

4. Hang- und Quellmoore.

A. Hangmoore.

Bei der mehr oder minder weitgehenden Annäherung der Höhenmoore an die Hangmoore (Gehängemoore, hängende Moore) schließt sich ihre Besprechung naturgemäß hier ohne weiteres an und wir haben denn auch schon im vorigen Abschnitt auf Höhenmoore hingewiesen, die sich mehr oder minder den Hangmooren nähern. Wo Hangmoore unter der für Höhenmoore üblichen Höhengrenze vorkommen, haben sie natürlich floristisch einen anderen Charakter als die Höhenmoore; wo sie aber gleichzeitig Höhenmoore sind, ist, wie wir sahen, ein Unterschied kaum ordentlich vorhanden, nur daß dann die Fichten breiteren Raum gewinnen, die einen frischeren Boden bevorzugen.

Wo herabfließende Wasser von Quellen oder hinreichender Regen bei geeigneter Lage Gehänge vernässen, können sich Hangmoore auch ohne das Vorstadium der hierhinter besprochenen Form des Quellhügelmoores entwickeln, namentlich dann, wenn es sich um weniger flache Gehänge handelt. Solche finden sich auf den Gehängen der regenreichen Westküste Norwegens und auch sonst sind sie naturgemäß in erster Linie Moore der Regenhänge; z. B. beobachtete ich welche im Schwarzwalde, u. a. SW. vom Dietergrund bei Enzklösterle. Der Hang ist nach NW. geneigt, liegt also der Regenseite zugewendet, auch die Exposition (N.) ist in Rücksicht zu ziehen. Die Neigung des Hanges beträgt etwa 30 Grad. Die Torfmächtigkeit betrug nur bis ca. 45 cm und war überwiegend aus *Sphagnum* gebildet, zu oberst (ca. 12 cm) unreif, dann ca. 24 cm halbreifer und zu unterst (bis 7 cm) ganz reifer schwarzer Torf auf Bleichsand des Mittleren Buntsandsteins aufliegend. Die Vegetation bestand aus *Sphagnum! Hypnum Schreberi*, *Pteridium aquilinum*, alten, aber schlecht gewachsenen, eingebulteten Kiefern (*Pinus silvestris*), auch einigen Fichten (*Picea excelsa*), während die daneben stehenden auf Felsblöcken erwachsenen Kiefern schön und groß waren. Sonst sind noch Ericaceen bemerkenswert: viel *Calluna vulgaris*, ferner *Vaccinium*

oxycoccus, *uliginosum* und *vitis idaea*. — Der Einfluß der Exposition ist auch oft an Chausseeböschungen zu sehen, wo diese mehr nach N. gewendet sind, findet sich *Sphagnum* usw., wo das aber mehr nach S. stattfindet, ist *Pteridium aquilinum*, *Molinia coerulea*, *Calluna vulgaris* usw. vorhanden, also Arten, die mehr auf trocknen Boden weisen. Solche kommen aber auch — wie sich schon aus den genannten Pflanzen von Enzklösterle ergibt und aus den Beispielen hierhinter auf den Hangmooren selbst vor, wie das aus dem durch die hängende Lage sich ergebenden leichteren Wasserabfluß begreiflich ist. — Das nach NW. gerichtete Hangmoor auf dem Steinrück ebenfalls bei Enzklösterle war ursprünglich mit kleinen Kiefern bewachsen; sie wurden entfernt und neue an ihre Stelle gepflanzt. Diese jetzt 20—25-jährigen Bäume sind aber wiederum durch Einbultung klein geblieben resp. verkrüppelt. — Solche Verhältnisse sind im Schwarzwald häufig; vielfach sind die Westhänge anmoorig oder moorig und besitzen Ortstein, die Osthänge hingegen trockner und meist ohne Ortstein.

Das Hochmoor zwischen dem Brocken-Gipfel und dem Königsberg liegt zwischen beiden wie ein Sattel an beiden Gehängen hinabreichend durch die Vernässung, welche durch den zentralen Moorteil gegeben ist. Da solche »Sattelmoore« von deutlichen Gehängen bis zur Horizontalen alle Übergänge bieten, kann der rein wissenschaftliche Standpunkt keine Grenze angeben, von welchem Gefälle ab bereits von einem Hangmoor zu reden ist. Ob man z. B. die moorige Fläche östlich und südöstlich von Schopsdorf SW. von Ziesar auf dem quelligen Nordabhang des Fläming noch ein Hangmoor nennen will, ist Geschmackssache. Das dortige Gehänge hat nämlich bei 2—5 km Breite nur ein Gefälle von 5—10 m.

Ein schönes Beispiel für die Beeinflussung der Quellen für die Entstehung von Mooren ist die süddeutsche Ebene, entstanden durch den von den Gletschern und Wassern der Alpen herzugetragenen Schutt. Diese Ebene ist eine sehr schwach geneigte Hochebene, die am Fuße der Alpen bis rund 1000 m ansteigt, bei München noch etwa 500 m hoch liegt und weiter nach Norden in gleichem Tempo bis auf rund 400 m hinabgeht und gerade auf

dem unteren Teil dieser Ebene wesentlich zwischen rund 500 und 400 m befinden sich die großen Moore, dort wo der Hauptquellhorizont vorhanden ist und daher auch viel Kalktuff (zum Teil »Alm«) aus den Quellen zur Ablagerung gelangt ist. Die großen Moore sind daher in gewisser Beziehung Hangmoore und Quellmoore (siehe über diese das folgende Kapitel) oder nähern sich ihnen doch, jedenfalls ist das quellig-nasse Terrain eine Hauptursache für die Entstehung und Erhaltung der dortigen Moore gewesen.

Im Folgenden einige Beispiele von Gebirgshangmooren.

Fichtenhangmoor nördlich der Neuen schlesischen Bande im Riesengebirge mit rund $^1/_2$ m mächtigem Torf, der durch die gelegentlich stärker herabkommenden Wasser zerrissen war (notiert VII. 1909), durchrieselt von kleinen Bächen.

Dieses Moor war im ganzen bestanden mit einer Flora des feuchten Waldes. — Moose: *Sphagnum* und viel Braunmoos. — Gehölze: *Picea excelsa* in hohen Exemplaren. — Cyperaceen: *Eriophorum vagin.*, *Carex vulgaris*, andere Monocotyledonen u. a. *Veratrum album.* — Dicotyle Stauden: *Cardamine pratensis angustifoliola! Ranunculus acer*, *Viola biflora*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Myosotis palustris*, *Crepis paludosa.* Etwas trockner, nämlich am Fuße der Bäume stehend: *Polytrichum*, *Equisetum silvaticum*, *Listera cordata*, *Majanthemum bifolium*, *Aconitum Napellus*, *Vaccinium Myrtillus*, *Trientalis europaea* und *Homogyne alpina.*

Das Isermoor im Isergebirge trug (VII. 1909) mittelhohe aber alte Fichten und gut wachsendes Knieholz (*Pinus montana)*, der Boden *Sphagnum*, *Eriophorum vag.*, *Molinia coerul.*, *Vaccinium Myrtillus* und *vitis idaea*, *Calluna vulg.* und *Melampyrum paludosum.* Am Fuß der Bäume: Braunmoose wie u. a. *Polytrichum*, *Dicranum*, *Juniperus nana.*

Das Fichtenhangmoor südlich vom Kuhhübel im Isergebirge mit stellenweise über 1 m Torf, befand sich (VII. 1909) in künstlicher Entwässerung begriffen, so daß der ankaolinisierte Granit-Untergrund instruktiv zu sehen war. — Moose: *Sphagnum! Polytrichum.* — Pteridophyten: (*Equisetum limosum*). — Cyperaceen: *Eriophorum vag.*, (*E. angustifolium*), (*Carex rostrata*),

C. caespitosa, *canescens*, *stellulata*, *pauciflora* und *vulgaris*. — Gramina: *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia caespitosa*. — Andere Monocotyledonen: *Juncus filif.*, (*J. squarrosus*), *Luzula multiflora*, (*Veratrum*), *Orchis maculata*. — Dicotyledonen: *Galium pal.*, *Potentilla silvestris*, *Trientalis*, *Melampyrum paludosum*, *Crepis paludosa* und *Homogyne alp.* — Vorwiegend an trockneren Stellen (am Fuße der Bäume) besonders: *Majanthemum bifolium*, *Vaccinium Myrtillus* und *vitis idaea*, *Empetrum nigrum*.

B. Quellmoore.

Wir haben schon Gelegenheit gehabt, außer auf Hangmoore auch auf Quellmore Bezug zu nehmen bezw. von Quellwässern auf Mooren zu reden, und es ist nötig, diesbezüglich noch einige Beispiele zu geben, u. a. um zu zeigen, in welcher Form eine größere Moorbildung unterstützt von Quellwässern entstehen kann. Von Quellmooren kenne ich solche, die man als Quellflachmoorhügel und andere, die man als Quellzwischenmoorhügel nach ihrem Pflanzenbestande und Aufbau bezeichnen kann.

Quellflachmoorhügel beschreibt C. A. Weber (1906 S. 28) kurz so: »Da, wo das Niedermoor seinen Ursprung gleichmäßig fließenden Quellen verdankt, hat es sich um diese oft in Gestalt kleiner Hügel aufgehäuft, an deren Zusammensetzung zuweilen Kalktuff oder Limonit hervorragend beteiligt ist.« Als bemerkenswerte Pflanzen, die er auf diesen Hügeln beobachtet hat, gibt er an *Carex panniculata* und *pseudocyperus*, *Phalaris arundinacea*, *Calla palustris*, *Menyanthes trifoliata* und in einem Falle auch in Menge *Trollius europaeus*.

Übrigens kommen solche Moorhügel auch als Bestandteile von Mooren vor, deren Entstehungsbedingungen sonst im wesentlichen unabhängig von den Quellen sind. Dies ist u. a. bei dem Flachmoor des Lenkuktales bei Gr. Lenkuk in Masuren (Ostpreußen) der Fall, an dessen Rande sich Quellmoorhügel befinden, die von Hess von Wichdorff und P. Range beschrieben worden sind[1]). Ich habe diese Örtlichkeit besucht und von einem der dort vorhan-

[1]) H. v. Wichdorff und Range, Über Quellmoore in Masuren. (Jahrbuch der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt. Berlin 1906).

denen Quellflachmoorhügel die Aufnahme Fig. 28 gemacht. Das Quellwasser hat im Kern der Hügel Kalktuff als Niederschlag ausgeschieden und Limonit. Der abgebildete Hügel liegt mit anderen daneben am Rande des leicht nach der von einem Fließ eingenommenen Längsmittellinie des Tales (rechts auf dem Bilde) abfallenden Flachmoores, das als Wiese in Kultur genommen, wie der

Figur 28.



Quellflachmoorhügel im Großen Lenkuktal in Masuren.
Aufgenommen am 24. August 1907.

Erlenanflug zeigt, ursprünglich ein Erlenmoor war. Von auffälligeren Pflanzenarten notierte ich Ende August 1907 auf diesen Hügeln: *Marchantia*, *Hypnaceen*, *Equisetum palustre*, *Arundo phragmites*, *Magnocariceten*, *Salix aurita*, *Polygonum bistorta*, *Geum rivale*, *Heracleum sibiricum*, *Angelica silvestris*, *Euphrasia officinalis*, *Pedicularis palustris*, *Cirsium palustre* und *oleraceum*.

Unter ähnlichen Verhältnissen sah ich solche, wenn auch we-

niger auffällige Hügel — sie sind überhaupt häufig — in Westdeutschland, nämlich im Lohsiepen-Tal bei Herdringen im nördlichen Siegerlande. Hier handelt es sich um ein zur Wiese gemachtes Erlenbruch-Gehänge, wie die noch vorhandenen Erlenstubben beweisen. Der Boden der Quellmoorhügel ist hier feinster, schwarzer Schlämmton mit Feinsand; ein Beginn von Limonit-Bildung war

Figur 29.



Quellmoorhügel, vorn Zwischenmoor-Typus.

Der Hügel nimmt den ganzen Vordergrund ein und reicht bis zu der Person im Mittelgrunde. — Tal der Thüringischen Moschwitz, ungefähr 1 km oberhalb der Kröten-Mühle, auf der bayrischen Seite des Flusses.

Aufgenommen am 8. Oktober 1907.

hier und da zu beobachten. Ton-Feinsand-Kerne in den Moor-Hügeln sind offenbar von Quellwasser abgesetzt worden und erinnern daher etwas an die S. 23 des I. Bandes beschriebenen »mudlumps.« Der auffälligste Pflanzenbestand war (notiert am 14. 10. 1907) u. a. *Magnocaricetes*, *Ranunculus repens*, *Ulmaria pentapetala*, *Plantago intermedia*, *Angelica silvestris*.

Wo nur nahrungsschwächeres Quellwasser zur Verfügung steht, zeigen die Quellmoorhügel einen anderen Typus: sie neigen zum Zwischen- und selbst zum Hochmoor. Solche Hügel lernte ich durch Vermittlung meines Kollegen, des Herrn Landesgeologen Prof. Dr. E. ZIMMERMANN im Vogtland kennen. In Thüringen, im Tale der thüringischen Moschwitz steht beiderseits Diabas an. Die dortigen Quellmoorhügel (Fig. 29) besitzen einen anorganisch-mineralischen Ton-Kern. Im N. des abgebildeten Hügels verläuft ein Entwässerungsgraben, dessen Rand mit *Calluna vulgaris* besetzt ist und das aufgeschlossene Profil zeigt, daß es sich um einen *Sphagnum*-Torf handelt, d. h. einen Torf, in dem *Sphagnum* sehr stark hervortritt. Von Pflanzenarten notierte ich Oktober 1907: *Cladonia rangiferina*, *Sphagnum* (*rubellum?* und andere), *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *Equisetum palustre*, *Carex rostrata* und *Goodenoughii*, *Briza media*, *Polygonum bistorta*, *Viola palustris*, *Epilobium palustre*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus repens* (und *flammula*), (*Caltha palustris*), *Polygala vulgaris*, *Geum rivale*, *Potentilla silvestris*, *Lotus uliginosus*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea* und *myrtillus*, *Cirsium arvense*, *Gnaphalium dioeceum*, (*Thrincia hirta*). Von Gehölzen waren vorhanden: *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, *Alnus glutinosa*, *Salix aurita* und *Frangula Alnus*. Ein gewiß recht heterogenes Pflanzengemisch.

Ein großer Quellmoorhügel von ca. 300 m Länge und über 150 m Breite im Gemäßgrund zwischen dem Dorf Schlegel und dem Sieglitz-Berg besaß ein trocknes Zentralplateau, das aber wohl auf Entwässerung zurückzuführen ist, denn der Hügel ist durch Gräben angeschnitten. Das Zentralplateau ist wesentlich und ziemlich dicht bestanden mit *Picea excelsa*, auch *Juniperus communis* und *Frangula alnus* kommen vor. Sonst finden sich hier *Rubus saxatilis*, *Vaccinium myrtillus* und *vitis idaea*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Chaerophyllum hirsutum* usw. Wo nässer, nach dem Rande zu tritt *Sphagnum* auf neben *Alnus glutinosa*; ferner sind hier vorhanden: *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *Equisetum palustre*, *Carex Goodenoughii*, *Eriophorum angustifolium*, *Briza media*, *Aera flexuosa*, *Epipactis palus-*

tris, *Listera ovata*, *Salix aurita*, *Polygonum bistorta*, *Calluna vulgaris*, *Drosera rotundifolia*, *Parnassia palustris*, *Sanguisorba officinalis*, (*Comarum palustre*, kleine Exemplare), *Geum rivale*, *Ulmaria pentapetala*, *Potentilla silvestris*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Lathyrus montanus*, *Lotus uliginosus*, *Angelica silvestris*, *Valeriana dioeca*, *Cirsium palustre*, *Hypochoeris radicata*.

Es ist kaum zweifelhaft, daß die Kultureinflüsse die Flora verändert haben, aber das Resultat, daß auf diesen Hügeln mehrere sonst getrennte Pflanzengemeinschaften gemischt auftreten, dürfte trotzdem unverändert bleiben.

Quellmoorhügel auf Culm in der Gegend von Göttengrün im Vogtland wird man auf Grund der Flora zwischen diejenigen des Lenkuktales und des Loschnitztales einreihen. Hier fanden sich (Juni 1909) auf einem dieser Moore, wobei stets zu berücksichtigen ist, daß dieses und alle die herangezogenen Beispiele als Wiesen genutzt werden: *Peltigera canina*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum*, *Aulacomnium palustre*, (*Equisetum palustre*), *Eriophorum angustifolium* (auch *latifolium*), *Carex Goodenoughii*, *panicea* und *rostrata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avena pubescens*, *Briza media*, *Luzula campestris*, *Listera ovata*, *Orchis latifolia*, *Polygonum bistorta* (*Rumex acetosa*), *Lychnis flos cuculi*, *Caltha pal.*, *Ranunculus acer*, *Viola pal.*, *Cardamine prat. angustifoliola*, *Parnassia pal.*, *Trifolium arvense* und *repens*, *Potentilla silvestris*, *Ulmaria pentapetala*, *Galium pal.*, *Myosotis pal.*, (*Menyanthes trif.*), *Alectorolophus minor*, *Cirsium pal.*, *Crepis paludosa*, *Leontodon hastilis* und *Hieracium auricula*.

Braunmoose sind auf Quellmoorhügeln oft gern reichlich vorhanden, so nach freundlicher Bestimmung von Hr. Dr. Ferd. Quelle auf einem Quellmoor zwischen Bad Linda und Trierbach (Thüringen): *Aulacomnium palustre*, *Philonotis fontana* und *Camptothecium nitens*. — Auf einem Quellmoor zwischen Unterkoskau und Lengenbach: *Climatium dendroides*, *Dicranum scoparium*, *Aulacomnium palustre*, *Hylocomium squarrosum*, *Hypnum cuspidatum*.

Peneplaine-Gebiete, wohin das Vogtland gehört, sind infolge ihrer Oberflächenkonfiguration naturgemäß besonders geeignet für die Entstehung von Quellmooren, die dann, wo sie an Gehängen

oberhalb der Talsohle auftreten, leicht zu Hangmooren werden, die ja überhaupt genetisch eng mit den »Quellmooren« verknüpft sind. Im Vogtland sieht man oft nur schwach geneigte Hangmoore, die von einer Quellmoorbildung ausgegangen sind. Zuweilen ist ihr Torf hinreichend mächtig, um den Abbau zu lohnen. Torfstiche sind daher nicht selten. Manche dieser immerhin durchschnittlich kleinen Moore sind durch Entwässerung und Kultur bereits verschwunden.

Häufig sind von Quellen ausgegangene oder beeinflußte Moorbildungen im Thermalgebiet des nordwestlichen Böhmen und da hier die Quellen die mannigfachsten Salze führen, so handelt es sich dann um Salzmoore.

Als Beispiel sei das »Mineralmoor« am Soosbach genannt[1]), das nur ein Teil des Katharinendorfer Moores ist. Der Teil des Gebietes, der dort »Mineralmoor« genannt wird, ist nämlich nur der torffreie, stärker von den Mineralquellen beeinflußte. Es handelt sich hier um den Begriff des Moores wesentlich in medizinischem Sinne. Dieses sogenannte Mineralmoor der »Soos« wird (l. c. S. 19) im Westen, Norden und Osten von einem großen Torfmoor eingeschlossen. Der echte Torf des Moores ist »von dem eigentlichen Mineralmoor« scharf zu unterscheiden (l. c. S. 20). Aus der Tiefe (nämlich des Mineralmoores) herauf aber spricht ununterbrochen das laute Murmeln der aus zahllosen Öffnungen dem schwankenden Boden entströmenden Mineralquellen zu uns (l. c. S. 21). Im Mineralmoor liegen »zwischen den zersetzten Pflanzenfasern in allen Tiefen in großer Menge und in sehr mannigfachen Arten die zierlichen Kieselpanzer von Diatomeen« (l. c. S. 26). Die Hauptsalze sind schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia und schwefelsaures Eisenoxydul (l. c. S. 26). An einer Stelle geht das Mineralmoor allmählich in ein reines gelbliches bis schneeweißes Kieselgurlager über von einer Mächtigkeit bis über 50 cm (l. c. S. 31). »Außer diesem zusammenhängenden Lager von Kieselgur, das hier an der Oberfläche liegt, finden sich noch im ganzen Moor zerstreut und in verschiedenen Tiefen gelegen Nester von

---

[1]) Vergl. Bieber, Das Mineralmoor der »Soos«. Marburg a. D. 1887.

Diatomeen, die jedoch von Moorsubstanz verunreinigt sind. Das überwiegendste Vorkommen der Diatomeen ist das nicht lager- oder nesterweise, sondern jenes . . . ., das zerstreut durch alle Tiefen und über die ganze Fläche des echten Mineralmoores« sich erstreckende und zwar noch lebend. An der Grenze des Mineralmoores gegen den Torf nehmen Diatomeen auffallend ab und verschwinden schließlich ganz (l. c. S. 32).

Daß sich die Flora der Soos durch die Mineralwässer beeinflußt zeigt, ist selbstverständlich, so finden sich in ihr auch Pflanzenarten, die charakteristisch z. B. für Salzwiesen sind wie *Scirpus Tabernaemontani*, *Spergularia salina*, *Glaux maritima* zusammen mit den üblichen Flachmoortypen, und wo die Mineralwässer keinen Einfluß haben, finden sich Hochmoor-Arten: *Sphagnen*, Ericaceen wie *Andromeda polifolia* usw. Soweit es sich um echtes Moorgelände handelt, ist das Moor also ein Wechselmoor.

Auch sonst sind auf Mooren und moorigen Geländen, die von Salzquellen beeinflußt sind, und auf solchen, die für Meerwasser besonders durch Überschwemmung zugänglich sind, außer allgemein verbreiteten Wiesenpflanzen auch Salzwiesenpflanzen vorhanden, wie u. a. *Hordeum secalinum*, *Juncus Gerardi*, *Triglochin maritima*, *Scirpus Tabernaemontani*, *Trifolium fragiferum*, *Lotus corniculatus tenuifolius*, *Glaux maritima*, *Samolus Valerandi*, *Aster Tripolium*.

Auf den Schlickfeinsandböden, kurz Marschböden, bildet sich gern ein dichter, fester Trockentorf, der in Moortorf übergehen kann. Auf solchen natürlichen Salz-Moorwiesen am Nordseestrande finden sich, z. B. auf der Fig. 18 (S. 122) in Bd. II abgebildeten bei Rantum, die als Weide benutzt wird: *Festuca thalassica!! Juncus Gerardi*, *Triglochin maritima* und *palust.*, *Sagina nodosa* und *procumbens! Spergularia salina* und *marginata*, *Cerastium semidecandrum*, *Ranunculus flammula*, *Trifolium repens*, *Hydrocotyle*, *Potentilla anserina*, *Armeria vulg. maritima*, *Glaux maritima*, *Euphrasia litoralis*, *Plantago Coronopus* und *maritima*, *Leontodon autumnalis*, *Aster Tripolium*.

Zu diesem Kapitel über die Quellmoorhügel ist auch das zu vergleichen, was in dem vorliegenden Bande p. 78 ff. über die Vegetation der Hochmoor-Rüllen gesagt ist.

5. Arktische Moore.

Bei der Kälte, die den Pflanzen eine nur geringfügige, unter Umständen so gut wie gar keine Ausnutzung der Bodennahrung gestattet, ist es selbstverständlich, daß die Vegetation der nördlichsten Moore nur den Charakter der Hochmoor-Vegetation haben kann. Gelegentlich aber veranlaßt bei sehr reichem Vogelleben der Guano, der für die Pflanzen auch in der Kälte leichter verwertbare Nahrung liefert, auf nordischen Geländen einen Pflanzen-Anflug, der mehr oder minder zu dem der Flachmoore tendiert; das kann auf Tundren stattfinden, die sich dann kurz als Guano-Tundren charakterisieren lassen. Überall spielen auf den kältesten Mooren und den ihnen pflanzengeograpisch ähnlichen Geländen die Braunmoose die erste Rolle. In der südlichen gemäßigten Zone sind auf der Südspitze Südamerikas, im ständig feuchten Teil vom Feuerland, Hochmoore sehr häufig. P. DUSÉN (Englers bot. Jahrbuch 1897 S. 190) hat auch hier »nur zwei spärlich vorhandene *Sphagnum*-Arten angetroffen«, die eine bildete ziemlich kompakte Polster an überrieselten Felsen, die andere kam in Wasserlöchern schwimmend vor und erinnerte an *Sph. intermedium* var. *laxifolium* DC«. Es sind Laub- und Lebermoose, die hier die Hochmoore auszeichnen; außerdem treten kleine Sträucher (*Empetrum*) und Stauden hervor, besonders die Polsterstauden *Azorella* und *Donatia*. Danach haben die Moore den Habitus von Landklima-Hochmooren. Trockentorf scheint hier besonders ergiebig zu entstehen, soweit auch die Angaben C. DARWIN's[1]) darauf schließen lassen.

Im borealen Gebiet, soweit noch Pflanzenwachstum möglich ist, kommen sehr viele und sehr große Moore vor. Das Gebiet nördlich der Waldgrenze, das Arktikum[2]), und zwar das Subarktium mit den eigentlichen Tundren, wie diejenigen dortigen großen, für Baumwuchs zu kalten Gelände-Strecken genannt werden, die

[1]) DARWIN, Reise eines Naturforschers um die Welt. (Deutsche Ausgabe. Stuttgart 1875 S. 328—329.)

[2]) Wir benutzen für unseren Zweck — wie man aus obigem sieht — die Begriffe arktisch und dgl. in rein klimatologischem Sinn. Süd-Grönland usw. gehört danach zum Arktikum.

wesentlich mit Flechten und Moosen bedeckt sind, schließt sich für uns im ganzen an das Landklima-Gebiet Norddeutschlands an; denn bei der Verschiedenheit der Regenhöhe östlich und westlich der Elbe sind Polytrichetum-Moore mehr im kontinentalen Osten Norddeutschlands heimisch und sind dann bis in die Tundren-Zone hinein vorhanden. Sie sind hier besonders häufig in der Übergangstundra, wie M. Rikli[1]) die südliche Zone der Tundra nennt, die im Gegensatz zur ganz baumlosen nördlichen (= Arktotundra) noch die letzten Pioniere der südlichen Baumgrenze enthält. Dicraneten aus mehreren *Dicranum*-Arten sind im Gegensatz dazu mehr der Arktotundra eigen. Aber, wie wir sehen werden, sind auch Sphagneten reichlich vorhanden.

Die große Verbreitung von Torf-Bildungen im Boreal-Gebiet ist wesentlich mitbedingt durch die geringe Zersetzungsintensität organischer Substanzen, und dies trotz ihrer untergeordneten Produktion, gegeben durch die geringe Wachstumsintensität der Pflanzen. Dies steht so recht in einem Gegensatz zu den tropischen Verhältnissen. Mit der sehr schwachen Produktion organischer Substanz in der subarktischen Region hält die Zersetzung kaum Schritt; es bleibt daher hier gern kaustobiolithisches Material zurück. In den Tropen hingegen: gewaltige Produktion organischer Substanz, aber so intensive Zersetzung, daß eine Tendenz, kaustobiolithisches Material zu bilden, zurücktritt. A. O. Kihlman sagt[2]) über die Torfbildung auf der Halbinsel Kola, deren nördlichster Streifen zur arktischen (waldlosen) Florenregion, im übrigen zum borealen Waldgebiet gehört: »Für die Bildung von Torf sind die Bedingungen zum Teil außerordentlich günstig. Die organischen Zersetzungsprozesse werden während des kurzen und kalten Sommers in hohem Grade verlangsamt, und wir sehen daher abgestorbene Pflanzenteile von zartestem Bau ungewöhnlich lange in fast unversehrtem Zustande beibehalten. Um nur ein Beispiel zu nennen, findet man bei *Pinguicula villosa* nicht selten neben dem blühenden Stengel noch zwei

[1]) Rikli, Die pflanzlichen Formationen der Arktis. (1/4 Jahresschrift der Naturf. Ges. in Zürich, 46. Jahrg. 1902 S. 304).

[2]) Kihlman, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Acta societ. pro fauna et flora fennica T. VI Nr. 3. Helsingfors 1890 S. 6/7.

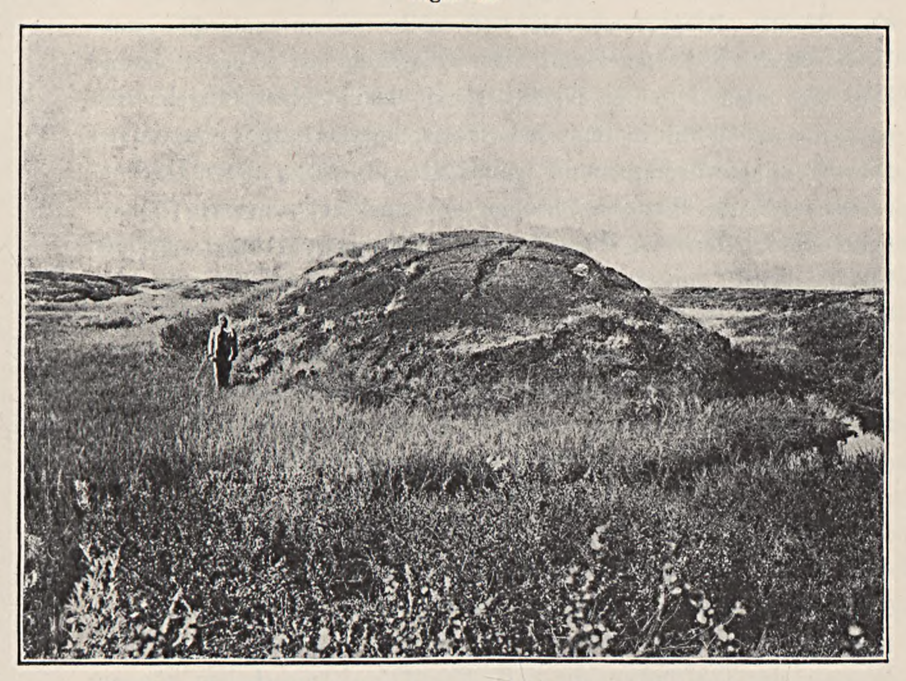
andere aus den beiden vorhergehenden Vegetationsperioden aufrecht stehend. Auch auf sehr trocknen Standorten kann daher fast jede Pflanze nach Maß ihres Wachstums zur Torfbildung beitragen.« Ob aber dennoch bei der wenig ergiebigen Stoffproduktion der Pflanzen die Moor- und Trocken-Torf-Bildung im Norden langsamer vor sich geht wie bei uns, wäre noch näher zu untersuchen. Trockentorfe sind in der arktischen Region naturgemäß besonders verbreitet, da auf dem Trocknen wegen der kurzen, wärmeren Zeit, die für eine intensivere Zersetzung nur zur Verfügung steht, kaustobiolithische Reste besonders leicht zurückbleiben.

Das entspricht auch dem Verhalten in Gebirgs-Regionen über der Baumgrenze, in alpinen Regionen, wo Tundren (vergl. S. 126 u. II S. 196) ebenfalls vorhanden sind. Hier wird das Hochmoor ersetzt durch Trockentorf-Bildungen, hervorgegangen aus Alpen-Heide-Beständen (vergl. SCHRÖTER 1904 S. 18), die eine »alpine Zwergstrauchtundra« bilden. Die in Betracht kommenden Arten sind nach SCHRÖTER (l. c.) vorwiegend: *Polytrichum septentrionale*, *Rhododendron ferrugineum*, *Azalea procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Vitis Idaea* und *Myrtillus*, *Arctostaphylos Uva ursi* und *alpina*, *Empetrum nigrum*, *Salix helvetica*, *Myrsinites*, *retusa*, *reticulata* und *herbacea*. Als ich — sagt CH. MARTINS (Observations sur l'origine glaciaire des tourbiéres du Jura neuchâtelois. Mém. Acad. Montpellier 1871) — zum erstenmale im Jahre 1859 die Flora der Torfmoore im Tale des Ponts in 1000 m Meereshöhe im Neuenburger Jura erblickte, glaubte ich die Landschaft von Lappland vor mir zu haben. In Übereinstimmung hiermit sind denn ebenfalls Braunmoose resp. Braunmoostorfe, z. B. Hypnaceen in den entsprechenden Lagen der Hochgebirge der ganzen Erde viel stärker vertreten als Sphagnaceen resp. Sphagnetum-Torfe.

Die von KIHLMAN (l. c.) von der Halbinsel Kola und später auch von POHLE (l. c. 1903) von der Halbinsel Kanin (im ersten Falle also westlich, im letzten östlich der Mündung des Weißen Meeres, wo sie K. l. c. S. 16 schon vermutete) beschriebenen Moore der Tundra (**Tundra-Moore**) der Subarktis, gliedern sich in Torfrücken und Wasserlachen zwischen den Rücken. KIHLMAN

sagt (S. 11) von der Oberflächen-Gestaltung dieser Moore (Fig. 30): »Das Ganze bildet eine Hügellandschaft en miniature, in deren gewundenen Tälern ein Fußgänger sich bewegt ohne von den Seiten her gesehen werden zu können.« Die Torfhügel sind »von rundlicher, länglicher oder unregelmäßig gelappter Gestalt. Ihre Höhe wechselt um ein Beträchtliches, erreicht gewöhnlich 3—3,5, mit-

Figur 30.



Tundramoor-Hügel in der großen Samojeden-Tundra (subarktische Zone von Nordrußland).
Nach R. Pohle.

unter auch 4 m und zeigt andererseits alle Abstufungen bis zu den niedrigen, noch fortwachsenden Hümpeln (Bulten! — P.) der Hochmoore. In horizontaler Richtung sind ihre Dimensionen ebenso schwankend und wachsen in meterbreiten, gerundeten Flächen oder gratenförmigen Rücken zu ausgedehnten, 20—30 Schritt breiten Plateaus. Öfter sind 2 oder mehrere Hügel mit-

einander durch schmale, brückenförmige Einschnürungen verbunden, die Zwischenräume werden teils von tiefen, gewöhnlich nassen, mitunter auch ganz trocknen Rinnen, teils von kleineren oder größeren Tümpeln eingenommen, welche letztere in bezug auf das Niveau ihrer Wasserfläche sehr differieren können, und meistens mit einer schwarzen Schlammerde bis auf wenige Zoll Wasser ausgefüllt sind. Längs der Tümpel-Kanten zieht sich ein loser Teppich wasserliebender *Sphagna* (*S. Lindbergii*, *cuspidatum*) mit eingestreuten Riedgräsern hin, der nicht selten auch die ganze Wasserfläche bedecken kann. Die Oberfläche ist abgeplattet und liegt bei allen in einer Nachbarschaft befindlichen Hügeln ausnahmslos annähernd in demselben Horizontalplan; sie ist fast immer gefurcht und runzelig aus unregelmäßigen, 1—2 dm tiefen Unebenheiten.« Große Flecken bestehen aus nacktem, unreifem Sphagnetum-Torf, sonst ist die Oberfläche mit einer rissigen, spröden Flechtenkruste aus *Lecanora tartarea* bedeckt und nur von spärlichen derbblättrigen Reisern bestanden. »Die steil abfallenden oder stark geneigten Seiten — fährt KIHLMAN fort — sind mit kräftigen Reisern (oben *Ledum* und *Empetrum*, unten vor allem *Betula nana*) bewachsen, zwischen denen die Moltebeere (*Rubus chamaemorus* — P.) eine sonst kaum gesehene Größe erreicht, und auch die Strauchflechten (*Cladonia*, *Platysma* und *Alectoria*-Arten) es gar oft zu einem üppigen Wachstum bringen.«

Das Charakteristische der Tundramoore, sagt demnach POHLE (l. c. S. 85), »besteht in der Durchdringung zweier verschiedenartiger Facies, einer xerophilen und einer hygrophilen. In dem Wechsel der Torfrücken (die z. B. 15—20 m Länge haben können; l. c. S. 81), die arm an *Sphagnum*-Arten, mit den Wasserlachen, deren Vegetation hauptsächlich in Sphagneten besteht, kommt der geographische Charakter der Tundramoore zum Ausdruck. Wir finden sie im Übergangsgebiet von der borealen Waldregion zur arktischen Einöde, in der subarktischen Region. In der Tat vertreten die Torfrücken das arktische Element, während die Wasserlachen als Reste der sphagnumerfüllten Hochmoore der nordischen Waldregion zu betrachten sind.«

POHLE führt (l. c. 1903 S. 81) die eigenartige Geländeform

der subarktischen Moore auf die Entstehung aus Bulten zurück. Die Torfrücken sind, sagt er, »im Laufe vieler Jahre, vielleicht von Jahrtausenden, durch allmähliches Wachsen entstanden«. Aufschlüsse, die er gesehen hat, mit 6 m mächtigen Torfmassen und darüber zeigten die Torfrücken durchweg aus Torf zusammengesetzt ohne anorganischen Kern, während K. (l. c. S. 12) einen solchen Kern aus etwas tonigem oder aus reinem Sande beobachtete. Es erinnert das an den tonigen Kern, den manche Quellmoorhügel — wie das schon S. 141, 142 angegeben wurde — besitzen und läßt auch die Frage auftauchen, inwiefern es sich in den Torfhügeln der Tundra auch um Quellmoorhügel, entstanden an jetzt versiegten, quelligen Stellen handeln könnte.

Zu der Auffassung, daß die Torfrücken Riesenbulte seien, gibt Kihlman selbst in der oben wiedergegebenen Beschreibung die Handhabe durch seine Bemerkung, daß es alle Abstufungen von den Torfrücken bis zu den Bulten gäbe. K. meint aber (S. 13), es könne die geschilderte Moor-Geländeform »der Hauptsache nach als das Resultat der Erosion des gefrorenen Bodens bezeichnet werden«, wonach wir es in den Torfhügeln mit Horsten, »Zeugen«, zu tun hätten. K. sagt u. a. (l. c. S. 14): »Die Oberfläche des Hochmoores ist niemals ganz flach, sondern von Furchen durchschnitten; wenn es nun durch schnellen Abfluß des Wassers trocken gelegt wird, so wird sich dies letztere am längsten in den größeren Furchen halten und dieselben immer mehr vertiefen und vergrößern, bis es den Boden bis auf das Niveau der benachbarten Wasserfläche durchgraben hat.«

Ein Profil, das der Genannte von einem Torfhügel beschreibt: (l. c. S. 12/13) ergab:

4a—c.[1]) Heutiger Bestand namentlich von *Lecanora tartarea*, über dessen Entstehung hinten Näheres mitgeteilt wird.

3. 7—8 dm Sphagnetum-Torf mit wenigen Einschlüssen: spärliche Cyperaceen-Blätter und Stammteile (von *Rubus chamaemorus?*).

2. Kaum 1 dm Hypnetum-Torf (*H. fluitans*) mit reichlichen

[1]) Der Grund, warum hier »a—c« hinzugefügt wird, wird sich weiter hinten ergeben.

Rhizomen, Wurzeln und Blättern einer Cyperacee, Stammteilen von *Comarum*, Samen von *Empetrum*.

1. 4 dm schwarze, lockere »Schlammerde« mit viel anorganischer Substanz. Hauptmasse: nicht näher bestimmbare Bruchstücke von Phanerogamen; Astreste mit Rinde von *Betula nana* und *Vaccinium uliginosum*, Blätter von *B. nana*, viele Samen von *Empetrum*, *Menyanthes* und *Carex*; viele Diatomeen.

POHLE (l. c. S. 81/82) fand Torfhügel von 6 m und mehr Mächtigkeit stellenweise durchsetzt »von Wurzeln und dünnen Stämmen untergegangener Hölzer«; er konnte bestimmen Reste von *Picea*, *Betula*, *Pirus aucuparia* und *Salix*. Auch TANFILJEW (nach POHLE S. 82) hatte in einem Torfrücken südlich der Tschesskaja-Bai Reste von Fichte und Birke beobachtet.

J. BURR TYRRELL schildert die Tundra Nord-Canadas (oder wie es in Amerika gemeinhin heißt die »barren grounds«) an einer Stelle, die zwischen dem 60. und 61. Grad nördlicher Breite liegt, nämlich aus der Gegend des Daly Lake westlich von der Hudson Bay wie folgt[1]). Um das Ufer des Daly-Sees herum und sich nordwärts bis zur Nordgrenze des bewaldeten Teiles hinziehend, befinden sich mehr oder weniger ausgedehnte Moos- oder Tundra-Gebiete, und zwar gewöhnlich auf sanften Hängen, die sich von dem Walde nach abwärts bis zum Wasser ausbreiten. Von weitem sehen die Tundraflecke wie grüne Wiesen aus. Die Oberfläche ist eben, mäßig trocken und fest und mit einer Laubflechte bedeckt, ferner mit Ericaceen (*Vaccinium*, *Ledum*), *Rubus* usw. Der Boden besteht aus 8—10 Fuß oder mehr von Moos, anscheinend Formen von *Sphagnum cymbifolium* oder *acutifolium*; das Moos ist gänzlich abgestorben. Im Juli fand sich die Moosmasse in der Tiefe von einem Fuß gefroren oder, besser gesagt, eingebettet in eine Eismasse. Der obere Teil des Abhangs war spärlich besetzt mit Fichten und Lärchen, die einen nassen, moosigen Boden beschatten. Hier befand sich *Sphagnum* in voller Wachstumstätigkeit. Am

[1]) TYRRELL, Report on the Doobaunt, Kazan and Ferguson Rivers and the North-West coast of Hudson Bay and on Two overland routes from Hudson Bay to Lake Winnipeg (Geological Survey of Canada. Ottawa 1897 S. 42—44). Ich gebe im Obigen eine freie Übersetzung der uns interessierenden Stelle.

unteren Ende des Moosgrundes endete er am Ufer des Sees als eine steile oder überhängende Torfwand, die dort gewissermaßen kalbend Stücke abgab, die am sandigen Strande lagen. Die Masse selbst unter dem ungefrorenen Teil bestand aus gefrorenem Moos, welches von reinen Eisstreifen unterbrochen wurde. Tyrrell meint, diese leicht geneigten kleinen Tundrastrecken. möchten in der folgenden Weise entstanden sein: Das Wasser des höher gelegenen Landes sammelte sich an das Basis der Hügel auf undurchlässigem Boden, vielleicht undurchlässig dadurch gemacht, daß er ständig gefroren ist. Dieser nasse Grund wurde von Moos, kleinen Fichten und Lärchen besiedelt. Jeden Winter gefror das Moos und taute mit der Rückkehr des Sommers wieder auf. Von Jahr zu Jahr nahm der Moosboden an Mächtigkeit zu, bis er eine solche Dicke erreicht hatte, daß die tieferen Partieen ständig gefroren blieben, so daß die Sommerhitze nicht hinreichte, die Moosdecke in der Tiefe aufzutauen. Viele Moore in nördlicheren Teilen Canadas dürften so ständig gefroren sein; aber sie tauen alle Sommer bis zu genügender Tiefe auf, um das Weiterwachsen der obersten Mooslagen und des überschattenden Waldes von Krüppelkoniferen zu gestatten. Aber in dieser Region genügt die Sommerhitze nicht, das Moos bis zu einer Tiefe aufzutauen, daß Bäume über dem gefrorenen Boden leben könnten. Die Bäume sterben deshalb ab und das Moos, welches das Eis dicht unter sich hat und den Baumschutz entbehren muß, stirbt ebenfalls, so daß die Oberfläche dieses toten und trocknen Moores bald nur mit kleinen Pflanzen bedeckt ist. — Während des Sommers fließt das Wasser beständig von den höher gelegenen Geländen herab, wird aber an der Oberkante der gefrorenen Tundra festgehalten, wo das Moosmoor noch wächst und ständig, wenn auch langsam zunimmt. Die gefrorene Masse scheint aber langsam wie ein Gletscher herabzuwandern, so daß am Fuße des Abhanges an vielen Stellen eine Torfklippe entsteht, die regelmäßig kalbt. Bei dem ständigen Nachschub der Moos-Eismasse aus dem höher liegenden Gelände, bewahren die in Rede stehenden Klippen ihren Platz. — An einigen Stellen bedecken diese moosige Ebenen wagerechte oder fast wagerechte Gelände. Diese Moore sind in genau

derselben Weise entstanden, wie diejenigen der Hänge durch graduelles Emporwachsen des Mooses und Beschränkung der wachstumsfähigen Schicht auf einen schmalen Teil an der Oberfläche des Moores. — Die Massen von klarem Eis, die man in den Profilen des gefrorenen Mooses beobachtet, sind gefrorene Pfuhle oder kleine gefrorene Wasseradern.

Alb. Nilsson (im Botaniska Notiser 1899) spricht für Schweden von fortschreitender (progressiver) und rückschreitender (regressiver) Hochmoorbildung. Er meint damit: außer der progressiven Entwicklung vom offenen Wasser über das dort als Verlandung auftretende Cyperaceen-Moor bis zum Hochmoor komme auch die regressive Reihenfolge vor, d. h Hochmoorgelände könnten auch Cyperaceen-Moore werden: Die genaueren, von ihm dort beobachteten Etappen der Entwicklung sind bei der progressiven Entwicklung:

1. *Sphagnum-Carices*-Moore, darauf 2. *Sphagnum-Vaginetum*-Moor, darauf 3. *Sphagnum*-Strauch-Moor (die Sträucher je nachdem in reineren Beständen oder zusammen vorkommend, sind Ericaceen wie *Ledum*, ferner *Empetrum* und *Betulu nana*) und endlich 4. *Sphagnum*-Waldmoor (die Bäume sind meist Kiefer, im Norden auch Fichte und hier und da Birke). Bei seiner regressiven Entwicklung folgt auf Etappe 3 ein Flechten-Bestand von Cladinen und Cladonien, wenn nämlich das hochgewachsene Moor in seiner obersten Lage austrocknet. In nassen Zeiten können sich hier Wasserlachen bilden, *Eriophorum vaginatum* und Sträucher (besonders *Andromeda polifolia*) treten auf und sterben dann wieder und *Sphagnum*-Arten und Cyperaceen (besonders *C. limosa* oder *Scirpus caespitosus*) oder *Scheuchzeria* nehmen den Platz (»sekundäres Seggenmoor«), es kann dann in den oben angegebenen Etappen progressiv zum Waldmoor oder regressiv wieder zum Flechtenmoor weitergehen. Man findet meist fleckweise »progressive« und »regressive« Stellen auf den Mooren.

A. K. Cajander hat dann nordfinnische Moore besucht[1]), die »zum großen Teil aus einem bunten Gemisch« von Cyperaceen-

[1]) Cajander, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Moore. Fennia (Bull. Soc. géogr. Finlande) Bd. 20, 1903.

Mooren und Hochmooren bestehen; sie heißen dort »Aapa's, Jänkkä's und Wuoma's«. Die Cyperaceen-Moore (»Rimpi's«) schaukeln, ihre Moosvegetation kann fehlen, oder sie ist durch Hypnaceen-Arten (besonders *Amblystegium stramineum* und *exannulatum*) vertreten. Die Hochmoore mit *Sphagnum*-Untergrund sind bald offen, bald mit Bäumen bestanden: Kiefern, seltener mit Fichten oder Birken, außerdem sind stets Hochmoor-Sträucher vorhanden. Cajander meint nun beobachtet zu haben, daß regressive Moore wiederum progressiv und diese wieder regressiv usw. sein können und diese »Zirkulation« in der Entwicklung der Moore muß natürlich vorkommen: je nach den sich ändernden Feuchtigkeitsverhältnissen kann ein Hochmoorbestand einem Zwischen- oder sogar Flachmoor-Bestand entgegengehen und dieser dann wieder von einem Hochmoor-Bestand abgelöst werden usw. Daß das aber nunmehr wiederholt (Nilsson, Cajander) gerade aus dem Gebiet zwischen Zentraleuropa und der subarktischen Zone als besonders typisch für diese Zwischenzone angegeben wird, deutet eben darauf hin, daß von Zentraleuropa nach Norden die Austrocknung der Hochmoore mit steigender geographischer Höhe zunimmt, worauf die besondere Neigung der schwedischen Moore hinweist, Flechtenmoore zu bilden. Im übrigen wäre das streckenweise Hin- und Herpendeln trocknerer und feuchterer Teile auf den Mooren nichts wesentlich Verschiedenes von unseren Mooren mit ihren Bulten und Bultflächen (S. 86, 87). Und daß das bei uns im Verlaufe der Hochmoor-Entwicklung immer so gewesen ist, ergibt sich aus den fast immer im Sphagnetum-Torf vorhandenen Bultlagen, die beweisen, daß Ericaceen, die bei uns besonders die trockneren Partieen anzeigen, auch auf Hochmooren fast immer vorhanden waren, während Flechten auf den Mooren der nördlich gemäßigten Zone zwar häufig sind, so Cladonien (u. a. *Cl. rangiferina*), *Cetraria islandica*, *Cornicularia aculeata*, aber doch Flechten-Moore bei uns nicht entstehen, wenn es hier auch partieenweise kleinere reine Flechten-Bestände auf Hochmooren gibt. In der subarktischen Region sind dann aber ordentliche Flechten-Moore häufig, denn, wie wir sahen, wird das Endstadium in der Entwicklung der subarktischen Hochmoore durch ihre Bewachsung

mit Krusten-Flechten-Bestand gekennzeichnet. Daß an den noch heute nässeren und geschützteren Stellen daneben noch Sphagneten entstehen, kann nicht wundernehmen; ob diese aber dort auch jetzt noch so üppig wachsen, daß Hochmoorbildungen die Waldgrenze auch heute noch generell durch Zerstörung des Waldes nach Süden verlegen, ist zweifelhaft, denn es ist ein Rückgang des Waldes auch sonst stellenweise im Norden zu beobachten. G. J. TANFILJEW (30. Bd. der Ber. k. russ. geogr. Ges. 1895) und andere meinten, daß das Zurückweichen der Waldgrenze nach Süden ursprünglich auf fortschreitender Hochmoorbildung beruht habe, soweit nämlich nicht jetzt menschliche Eingriffe daran schuld sind. Unter dem Torfe taue das Bodeneis schwerer auf als unter einer sandigen Oberfläche. Dringe nun vom Rande her eine torfbildende Moosvegetation in den Wald ein, so schreite mit ihr die Grenze des ewigen Eises vor, und der Wald sterbe allmählich ab. H. KRAUCK (Meddel. af geogr. för. i Finland 1909) berichtet aber, daß in Finnland nicht nur in horizontaler Richtung der Wald zurückgehe, sondern auch in vertikaler, da in dem obersten Teile der Waldregion Stämme ausgedorrten Nadelholzes weit häufiger als frische vorkommen, so daß die Grenze oft aus lauter Mumien besteht.

Nach KIHLMAN (l. c. 1890 S. 166 ff.) ergeben sich die folgenden Etappen in der Entwicklung:

Je höher sich der Torf der subarktischen Hochmoore anhäuft, um so schwieriger wird es für die Sphagna, das Gleichgewicht zwischen Wasseraufnahme und Verdunstung aufrecht zu erhalten; dazu sind schließlich nur solche Arten imstande, die die Verdunstung auf ein geringes Maaß herabzudrücken vermögen, und im Norden sind es daher weniger Feuchtigkeit fordernde Moose und Flechten, die das Feld besetzen. »Die Torfmasse ist nämlich ein sehr schlechter Wärmeleiter, und je kleiner die jährliche Wärmesumme (von Temperaturen über Null) einer Gegend ist, um so später wird das von dem Torf bedeckte Grundeis auftauen, oder bei einem um so höheren Niveau wird das Abschmelzen desselben sistiert. Durch fortgesetztes Wachstum erzeugt also das Moos selbst ein Hindernis, das die transpirierende, lebendige Oberfläche von dem wasserreichen Untergrunde isoliert.« Da ist es denn begreif-

lich, wenn A. G. SCHRENK erzählt[1]), daß die Moore, die man nach den Verhältnissen in den gemäßigten Zonen für unwegsam zu halten geneigt ist, im europäischen Nordost-Rußland gerade diejenigen Flächen sind, auf welchen die Fahrt auch in der wärmeren Jahreszeit am leichtesten und schnellsten vonstatten geht, durch die feste Grundlage, die durch den vereisten Boden gegeben ist. Freilich gibt es im Tundren-Gebiet auch schwammige Stellen, nämlich dort, wo die Vegetation gemäß genügender ständig zur Verfügung stehender Nässe etwa durch rieselndes Wasser zu einer nassen Moos-Hochmoorbildung führt. Man spricht dann von einer schwappenden Tundra.

Die Torfhügel (K. l. c. S. 58) »tauen nicht tiefer als 4—5 dm von der Oberfläche auf«. K. opponiert durch Tatsachen wiederholt dagegen (z. B. S. 117), daß das Absterben des *Sphagnum*-Teppichs eine Folge verminderter Niederschlags- oder Luftfeuchtigkeit sei. Der gewöhnlichste Gang der Veränderungen, der innegehalten wird, sei im Folgenden schematisch in Form eines Profils übersichtlich dargestellt, als Fortsetzung des vorn S. 151 gegebenen Profils, wo die hier zu besprechende Folge als Nr. 4a—c angegeben wurde.

4c. Die Krustenflechte *Lecanora tartarea* bedeckt wesentlich die heutige Oberfläche, aus der nur hier und da schwächliche Äste von den unter 4a und 4b genannten Reisern und von *Ledum* oder einzelne Blätter von *Rubus chamaemorus* hervorragen.

4b. *Empetrum* reichlicher vorhanden, während die andern — unter 4a genannten Reiser zurückgehen; auch Strauchflechten reichlicher.

4a. Reiser, besonders *Betula nana* und *Vaccinium uliginosum*; *Polytrichum juniperinum*, *Dicranum*-Arten, *Hypnum Schreberi*; Strauchflechten.

(3. Sphagnetum).

Diese Reihenfolge entspricht einem allmählich trockner werdenden Boden.

Infolge der Zersetzung der abgestorbenen Sphagnen zerreißt

[1]) SCHRENK, Reise in den Nordorten des europäischen Rußlands durch die Tundren der Samojeden. Dorpat 1848—54 Bd. I S. 531.

die harte *Lecanora*-Decke und der Wind hebt ganze Stücke ab; es tritt dadurch der schwarze Torf zu Tage, der schließlich den Boden für Lebermoose, dann Reiser, zwischen denen sich bald Laubmoose ansiedeln, um wiederum schließlich in das Stadium 4b und schließlich 4c überzugehen.

Doch bevor das statthat »wühlt der Sturm unausgesetzt in der leichten Erde und bohrt sich immer tiefer in dieselbe hinein. In den so entstandenen Vertiefungen sind oft die Seiten uneben aus zerbröckelten und lose verbundenen Torfstücken gebildet« (KIHLMAN l. c. S. 128). (Siehe hinten unter »Torfwehen«.)

Danach sehen wir, daß in der Subarktis Sphagnetum-Moore eine gewöhnliche Erscheinung waren, die aber, weil heute auf natürlichem Wege abgestorben, als natürliche tote Hochmoore mit Licheneten als gegenwärtigen Bestand anzusehen sind. Die meisten unserer norddeutschen Hochmoore sind zwar demgegenüber durch künstliche Entwässerungen zu toten Mooren geworden, aber man hat hier und da den Eindruck, als wenn sie auch bei uns auf natürlichem Wege abstürben und zwar, wie das hier vermöge der anderen klimatischen Verhältnisse statthat, durch Verheidung. Es könnte dies an der allmählichen Ausbildung trocknerer klimatischer Verhältnisse liegen.

In den vielen zweifelhaften Fällen kommt man aber natürlich nicht zu einem abschließenden Urteil, da der Verdacht, absichtliche oder unabsichtliche, aber durch künstliche Eingriffe bedingte Entwässerungen möchten durch die schon so lange bei uns einwirkende Kultur stattgefunden haben, stets eine sichere Entscheidung stört. Von einer Anzahl Gelehrten wird positiv bestritten, daß Anzeichen einer trockneren heutigen Periode vorhanden seien. KIHLMAN, wie gesagt, bestreitet energisch das Vorhandensein einer trockneren Zeit für die subarktische Zone mit den Tundra-Mooren. Nachdem er noch einmal betont hat (l. c. S. 116), daß das sichtliche Zurücktreten und allmähliche Absterben der Sphagna in den subarktischen Mooren und ihre Überwucherung von Flechten und weniger Feuchtigkeit fordernden Moosen eine sehr allgemeine und speziell in Russisch-Lappland so häufige Erscheinung sei, daß man ihr alltäglich auf Schritt und Tritt begegne, kann er doch

»das Absterben des *Sphagnum*-Polsters infolge verminderter Niederschlagsmengen oder Luftfeuchtigkeit nicht zugeben« (l. c. S. 117).

A. K. Cajander[1]) hat im westlichen Nord-Rußland nur Moore mit »regressiver« Entwicklung beobachtet. Ebenso im Lena-Gebiet in Sibirien. Mit Bezug auf das Auf und Ab der Entwicklung spricht er an einer Stelle (1904 S. 3) auch einmal von einer »regressiven« resp. »zirkulativen« Entwicklung der lappländischen Hochmoore. Ganz allgemein sagt er (l. c. S. 6): »Mit steigender Polhöhe nimmt die regressive Entwicklung der Moore zu.« Das stimmt auch mit den sonstigen Angaben schwedischer Moorforscher überein (vergl. z. B. Tolf, Svenska Tidskrift 1902 S. 103), und das Wenige, was ich selbst diesbezüglich bei Lulea in Nordschweden gesehen habe, machte mir denselben Eindruck.

Wenn diese Erscheinung nicht mit der verminderten Niederschlagsmenge zusammenhängen soll, so wäre zu erwägen, ob wir uns nicht gegenwärtig überhaupt in der (freilich hunderte von Jahren umfassenden Periode) des Beginnens des natürlichen Absterbens der Hochmoore befinden, gegeben durch die Höhe, die sie seit dem Schluß der Eiszeit erreicht haben. Nach dem Verschwinden der Eisdecke wurden alle geeigneten Stellen mit Sphagneten besetzt und später auch diejenigen, die wie die entstandenen Flachmoore in der Folge geeignete Wohnstätten für diese Pflanzen-Gemeinschaft wurden. Der Torf wuchs in die Höhe, und es mag allgemein oder nur hier und da durch die Konfiguration des Geländes im Verein mit den klimatischen Bedingungen liegen, daß die Höhen-Zunahme eine Grenze findet und somit in langem Hin und Her schließlich immer mehr durch Trockenheit vertragende Arten besetzt und endlich ganz zu einem toten Moore wird.

Nach den Angaben von Geologen und Geographen deuten nun aber die Ufer der meisten Seen des europäischen NW-Rußlands einen früher höheren Wasserstand an; dies in Verbindung mit den dortigen natürlich-toten Hochmooren macht es mir wahrscheinlich, daß das Absterben der Hochmoore dort eine säkulare

---

[1]) Cajander, Beiträge zur Kenntnis der Entw. der europ. Moore (Fennia. Bull. soc. géogr. Finlande. Helsingfors 1904).

Erscheinung ist. A. v. BUNGE[1]) meint, das Wasser werde der Atmosphäre und der Erde ständig dadurch entzogen, daß es durch Gefrieren in der arktischen Zone unausgesetzt festgelegt werde, und der Astronom PERCIVAL LOWELL spricht von einer allmählichen Aufsaugung des Wassers durch die Planeten nach Maßgabe ihrer Abkühlung[2]). Mögen die Ursachen liegen, wo sie wollen, an anderen Vorgängen ist ein Zurückgehen der Wasser-Quantität erwiesen, so an dem Rückgange der Gletscher, so z. B. in den Alpen und auf Spitzbergen mit seinen vielen toten Küsten-Gletschern, d. h. denjenigen, deren Ende nicht mehr wie früher bis ins Meer reicht. Von Afrika wird von Reisenden wiederholt eine gegenwärtige Trockenperiode gemeldet.

Nicht säkular zu deuten sind jedoch Tatsachen, die mir aus Norddeutschland bekannt sind, die auf eine geringere natürliche Wasserspiegel-Senkung innerhalb größerer Strecken hinweisen, woraus auf eine nur vorübergehende Erniedrigung der Niederschlags-Höhe zu schließen ist. Das kleine Hochmoor nördlich des Grunewaldsees bei Berlin und die Moore an der Seenkette südlich davon haben eine Senkung ihrer Oberfläche erfahren, wie daraus hervorgeht, daß am Rande bis einige Decimeter über der jetzigen Moor-Oberfläche nunmehr an mehreren Stellen trockenliegender Torf ansteht, der die ehemalige Moor-Höhe veranschaulicht. Nördlich vom Riemeister-See finden sich 3 dm hohe tote Rasenbulte usw. In diesem Fall könnte man allerdings daran denken, daß der jetzt Wolfsschlucht genannte alte, jetzt trockne Durchstich südlich der Krummen Lanke, diese mit dem Schlachtensee verbindend, das Wasser (die genannten 4 Seen gehören zu derselben Seenkette) abgezogen und so die Veranlassung der Moor-Senkung gewesen sei; allein viele andere zum Teil vertorfte Seen und Moore ebenfalls namentlich in den Forsten der Provinz Brandenburg, aber fern von irgend welchen früheren oder neueren, auf Entwässerungen zielenden künstlichen Eingriffen, zeigen die-

[1]) v. BUNGE, Zur Bodeneisfrage. (Verhandl. k. russ. mineral. Ges. St. Petersburg 1902.)

[2]) Vergl. z. B. auch das Buch von FR. KÖNIG, Der Vertrocknungsprozeß der Erde. Leipzig 1908.

selben Erscheinungen, namentlich sind tote Bulte häufig, so östlich vom Barssee im Grunewald schöne tote *Eriophorum vaginatum*-Bulte usw. Besonders instruktiv für das Gesagte ist aber für mich die Torfsackung, die fast überall bei uns in Erlenmooren zu beobachten ist. Wenn der Grundwasserspiegel sich allmählich senkt, so sinkt auch der sehr wasserreiche Torf zusammen. Die Erlen aber, die auf der ursprünglichen Oberfläche des Moores standen, haben Zeit, bei dem auf eine Anzahl von Jahren sich hinziehenden Senkungsprozeß sich in ihrem Wurzelwerk den sich neu gestaltenden Verhältnissen anzupassen. Der durch die Bodenoberflächen-Senkung ringsherum frei werdende Kopf des Wurzelwerkes nämlich tritt dann als Stelzwurzelwerk in die Erscheinung und entwickelt sich in dieser Richtung (Bd. II Fig. 50 auf S. 251). Der neue Erlenanflug steht dann in den Senken zwischen den älteren Erlen: mit ihrem Wurzelkopf unter der Ebene der früheren Torfoberfläche. Es ist selbstverständlich, daß diese Erscheinung nur dort für eine generelle, natürliche Wasserspiegelsenkung spricht, wo eine durch menschliche Eingriffe bedingte Veränderung des Grundwasserspiegels ausgeschlossen ist, denn auch künstliche Senkungen des Wassers bedingen dieselbe Erscheinung, aber man findet sie eben auch vielfach dort, wo die natürlichen Wasserverhältnisse keine künstlichen Veränderungen erlitten haben.

Solche Tatsachen haben mich immer wieder veranlaßt, an eine gegenwärtige — wohl nur kürzere, nicht säkulare — relative Trockenperiode zu denken, in der wir uns befinden, an die Wirkung einer jener kürzeren Perioden, die Ed. Brückner im rund 35jährigem Wechsel mit feuchteren Perioden konstatiert hat.

Innerhalb des Säkulums, das die subarktischen Hochmoore zum Absterben gebracht hat, wechseln die von Brückner festgegestellten 35jährigen Zyklen trockner und nässerer Zeiten, und nur mit der letzteren haben offenbar die erwähnten Fälle u. a. im Grunewald zu tun. In solchen Zeiten ist das Gelände von Küstenklima-Hochmooren gewiß bultiger und es vermögen sich Ericaceen und überhaupt alle für das Zwischenmoor typischen Arten mehr vorzudrängen, während in den nassen Jahren das *Sphagnum* wieder

so die Oberhand gewinnt, daß die Bulte zurücktreten und das Sphagnetum als solches vorwiegend die Herrschaft hat.

Mit der gegenwärtigen kleinen Trockenperiode mag auch die auffallende Tatsache des häufigen Vorkommens von mehr vereinzelten Sprossen von *Arundo phragmites* in den Landklima-Hochmooren u. a. der Provinz Brandenburg zusammenhängen. Wo diese Spezies einmal festen Fuß gefaßt hat, bleibt sie noch lange auch dann weiter durchstehend bestehen, wenn die Verhältnisse sich so geändert haben, daß eine Neu-Besiedelung nicht stattfinden würde. Deshalb findet sich die Pflanze gelegentlich an gegenwärtig trocknen Stellen, wenn das Wasser z. B. durch künstliche Eingriffe verschwunden ist oder durch Verschüttung des Wassers eine Erhöhung und Trockenlegung des Geländes stattgefunden hat. Entweder ist nun das Auftreten von *Arundo* in den in Rede stehenden Landklima-Hochmooren mit der Annahme einer erst kürzlich stattgehabten Verlandung frischeren Wassers an Stellen zu deuten, die dann so schnell in Hochmoor übergegangen sind, daß *Arundo* noch immer durchsticht oder aber diese Moore erleiden in relativ kurzen Perioden regelmäßige, eine Anzahl von Jahren hindurch währende Wasserstands-Erhöhungen, die dort Teiche schaffen und für *Arundo* passende Plätze. Wie wir gesehen haben, muß ich auf Grund der sonstigen Tatsachen das letztere annehmen. Zu diesen kommt noch hinzu, daß diese mit *Arundo* bestandenen Landklima-Hochmoore nicht selten auf mehrere Meter mächtigem Torf entwickelt sind, eine erst kürzlich erfolgte Verlandung dann also nicht angenommen werden kann. In dem Landklima-Hochmoor-Teil mit Rohrschilf südlich Paulsborn fanden sich 9,9 m, in dem entsprechenden Moorteil nördlich des Grunewaldsees 3,7 m Torf, an der Basis nur mit verschwindend wenig Sapropelit.

Das schon vorgeführte Landklima-Hochmoor nördlich des Grunewaldsees ist südlich begrenzt von einer Moorstrecke mit sehr dicht stehenden, kleinen Kiefern und einer Vegetation, die bereits die Stellung auch dieser Strecke zum Landklima-Hochmoor verlangt, nur daß hier auch *Arundo*-Sprosse durchstechen. Südlich davon geht die im folgenden genannte Brücke über das Moor.

Ich kenne das Moor seit wohl 30 Jahren und weiß daher, daß es früher sehr viel nässer war als heute, wenn ich mich auch nicht mehr hinreichend erinnere, in welcher Ausdehnung dort offenes Wasser vorhanden war. Herr Dr. GRAEBNER gibt mir auf Grund seiner Beobachtungen freundlichst die folgende Auskunft:

»Von den Rohrbeständen des Grunewaldes habe ich den einen in der Nähe der Brücke zur Militärbandeanstalt, dem bekannten Fundort von *Malaxis paludosa*, seit etwa 15 Jahren alljährlich in seiner Entwicklung beobachtet. Während dieser Zeit ließ sich folgendes feststellen. Die Hochmoore des Grunewaldes sind fast ringsum von einem mehr oder weniger breiten Kranz von Niederungsvegetation eingefaßt, mit dem sie an das Diluvium grenzen. Zu Beginn der 90er Jahre war dieser Streifen zumeist noch sehr naß, an der betreffenden Stelle, also der Südostecke des Fenns, war das Überschreiten meist nur an bestimmten Stellen möglich, der feste Boden war durch offene Wasserflächen unterbrochen, die z. T. künstlich zur Ableitung des Wassers von den Wegen vertieft waren. Ihre Vegetation bestand aus *Nymphaea alba*, *Calla palustris*, *Carex diandra*, *Potamogeton gramineus* und anderen typischen Niederungspflanzen. Je mehr man sich dem See näherte desto breiter und wasserreicher wurde die Furche, um sich allmählich in ein Dreieck hinter der Rohrgrasvegetation (*Typha angustifolia*) zu verbreitern. Dieses Dreieck ist durch den zur Schwimmbrücke führenden Damm durchbrochen worden. Allmählich verschwand die Wasserfläche, *Nymphaea* blühte zuletzt noch auf dem Trocknen und verschwand mit den übrigen, am längsten hielt sich *Potamogeton gramineus*. An ihre Stelle traten Gräser, *Carex*-Arten (besonders *C. Goedenoughii*, *C. panicea* usw.), kurz Niedermoorvegetation. Die Heidemoorpflanzen, wie *Carex limosa*, *Rhynchospora alba*, *Drosera* usw., die vordem nur bis zu den Rändern des Wassers vorgewachsen waren, rückten allmählich in das Verlandungsgebiet vor. Erst in den letzten Jahren sind mit Ausnahme des Niederungsgürtels die ehemaligen Wasserflächen, soweit sie sich zungenförmig oder richtiger buchtartig gegen das Hochmoor vorgezogen hatten, in ihrer ganzen Breite mit den Hochmoortypen besiedelt worden. Schilfrohrbestand bildete die hintere

Grenze der Wasserfläche, begrenzt sie also gegen das Hochmoor, war also gewissermaßen eine Ausbuchtung des Seeuferbestandes längs der Diluvialränder. Ein Teil des Rohrbestandes stand fast stets unter Wasser und noch lange wuchs *Malaxis* besonders an den Schlammrändern um die kleinen noch vorhandenen Wasserflächen zwischen den Rohrgräsern. Allmählich rückte das Schilfrohr gegen die Ränder des Moores vor und ist ja jetzt stellenweis nur einige Meter vom Diluvialrande entfernt.«

Wie gesagt: ich kann darin keinen Verlandungs-Vorgang durch die Vegetation erblicken, wenn es auch, ohne den größeren Zusammenhang im Auge zu behalten, lokal so aussieht, sondern ich muß wesentlich eine Wasserspiegel-Senkung annehmen. Solche Schilfrohrstellen im Landklima-Hochmoor sind auch in derselben Seenkette südlich Paulsborn vorhanden, ferner u. a. in der Spandauer Stadtforst, wo der südliche Teil des »Teufelssees« ein Landklima-Hochmoor mit wenig Flachmoor-Elementen ist. *Arundo* ist hier sehr verbreitet, aber die Sprosse sind nicht kräftig und dies wächst hier in Gemeinschaft mit — abgehen von *Sphagnum* und *Polytrichum* — *Aulacomnium palustre*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera*. Die Tatsache, daß auch eine Partie des nördlich anstoßenden Flachmoorsumpfes zwischen den Magnocariceten usw. auch mit schwach aufwachsenden Sprossen von *Arundo phragmites* bestanden ist, deutet ebenfalls darauf, daß die Wasser-Verhältnisse seit kurzem sich hier wesentlicher verändert haben, denn *Arundo* verlangt bewegteres Wasser, Magnocariceten hingegen sind Bestände wesentlich stagnierender Wässer. Wenn demnach auch die in Rede stehenden Schilfrohr-Landklima-Hochmoore an die mit *Arundo phragmites* bestandenen Randzonen großer Seeklima-Hochmoore erinnern, so sind sie doch aber genetisch ganz anders aufzufassen. (Vergl. S. 80.)

Bezüglich einer eventuellen Trockenperiode innerhalb des Säkulums das Folgende: Der Direktor des Kgl. Preuß. Meteorologischen Instituts in Berlin, Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. HELLMANN schreibt mir (unterm 4. Okt. 1907), daß auf Grund statistischer Erhebungen, mitgeteilt in seiner Zusammenstellung der

jährlichen Niederschlagsmengen bis zum Jahre 1900[1]), ausgedrückt in Prozenten der 50jährigen Mittelwerte und in Ergänzung dieser Angabe bis zum Jahre 1905 »von einer gegenwärtigen relativen Trockenperiode in Norddeutschland nicht die Rede« sein könne; Hr. Prof. Dr. Ed. Brückner jedoch gibt mir (unterm 26. XII. 1907) die folgende Auskunft: »Was Sie mir über die Senkung der Moore schreiben, interessiert mich lebhaft; denn es bestätigt durchaus mein Resultat, daß wir in einer Trockenperiode uns befinden. Meine Zusammenstellungen reichen für Niederschlag zunächst nur bis 1900, und nach ihnen ist (seit 1887/88 etwa) im Elbgebiet, vor allem aber im unteren und oberen Rheingebiet eine Trockenzeit gut ausgesprochen, im Weichsel- und Odergebiet dagegen nicht (vergl. meine Mitteilung in der Zeitschrift für Gletscherkunde Bd. I S. 148—151; übrigens auch meinen Aufsatz in Ihrer Naturwissenschaftlichen Wochenschrift 1905). Daß die Trockenheit noch weiter ins 20. Jahrhundert sich erstreckt (und überhaupt wohl noch nicht ganz zu Ende ist), lehrt das ausgesprochen dürre Jahr 1904. Sie können mit Sicherheit auf die Koinzidenz dieser Erscheinung mit der Trockenperiode des oben genannten Flußgebiets hinweisen.«

Bezüglich meiner weiteren Frage, inwieweit sich eine mehr säkulare Trockenperiode annehmen ließe, erhalte ich von Herrn Prof. Ed. Brückner unterm 14. Oktober 1909 freundlichst die folgende Auskunft.

»Was Ihre Frage nach längeren Klimaperioden anbetrifft, so ist dieselbe nicht so leicht zu beantworten. Es gibt sicher solche Perioden. Sieger hat z. B. eine 160jährige aus den skandinavischen hydrographischen Beobachtungen ableiten wollen (vergl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Berlin 1899 S. 446). Auch mein Material gibt Anzeichen solcher längeren Perioden. Aber so reichlich wie für die 35jährigen Klimaschwankungen fließt es nicht, weil doch brauchbare meteorologische Beobachtungen nicht über den Anfang des XIX. Jahrhunderts zurückgehen. So möchte ich, was ich Ihnen jetzt schreibe, nicht als ein gesichertes

[1]) In seiner Arbeit »Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten«, I S. 336 und 337.

Resultat bezeichnen; es ist vielmehr der Gesamteindruck, den ich bei der Sichtung des Materiales persönlich mir gebildet habe. Es scheint etwa seit den 20er Jahren des XIX. Jahrhunderts eine Zeit etwas trockneren Klimas eingesetzt zu haben, verglichen mit den klimatischen Verhältnissen, wie sie im XVIII. Jahrhundert und zu Beginn des XIX. herrschten. Das wird durch die Schwankungen des Kaspischen Meeres angezeigt[1]. Dieses stand in der zweiten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts verhältnismäßig hoch. In den 20er Jahren des XIX. Jahrhunderts begann dann eine starke Senkung seines Spiegels, die in den 40er Jahren während der feuchten Periode, die damals herrschte, nur einer vorübergehenden Hebung Platz machte. Auch das Ansteigen in den 70er und 80er Jahren ist zwar gut ausgesprochen, hat aber gleichwohl bei weitem nicht zu dem Hochstand geführt, wie er offenbar während der zweiten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts herrschte. Das Kaspische Meer folgt also mit seinen Schwankungen den 35jährigen Klimaschwankungen; allein seine Schwankungen vollzogen sich im XVIII. Jahrhundert um eine etwa 3 m höher liegende Mittellage als nach 1815. Denselben Eindruck erhält man von den Gletscherschwankungen in den Alpen, nur daß dort die Trockenperiode etwas später eingesetzt zu haben scheint. Der Stand der Gletscher war in der ganzen ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts ein verhältnismäßig großer und die kurze Periode des Rückzuges, die in den 30er Jahren sich deutlich bemerkbar machte, hat die Gletscher doch nicht im entferntesten auf jenes Maß reduziert, das sie heute zeigen. Ihr Anblick ist heute zum Teil wirklich jammervoll. Der Rückzug, der auf den neuerlichen Vorstoß von 1850 folgte, dauert seit Anfang der 60er Jahre ständig fort. Nur ganz vorübergehend und auch lange nicht bei allen Gletschern wurde er durch einen kleinen Vorstoß unterbrochen, der der feuchten Periode von 1880 entspricht. Sie sehen also, manches weist darauf hin, daß wir gegenwärtig in einer etwas trockneren Zeit leben, als es das XVIII. Jahrhundert (seit etwa 1730) und der Beginn des XIX. Jahrhunderts war. Es ist

[1] Vergl. Klimaschwankungen, Wien 1890 S. 76.

mir von außerordentlichem Interesse, daß Ihre Beobachtungen über die Ausbildung der heutigen Mooroberfläche auch auf eine solche längere Zeit dauernde Trockenperiode hinweisen. Doch sind die Akten über diese langdauernden Klimaschwankungen noch nicht geschlossen«.

Tatsachen, die man auf säkulare Änderungen des Klimas in der angedeuteten Richtung zurückführen könnte, bieten, wie wir schon S. 104—122 erwähnt haben, die Trockenhorizonte in Hochmoorprofilen, und auch Flachmoorprofile lassen sich so verwerten, da in diesen bei uns oft eingeschaltet Hypnaceen-Torfe vorkommen (Bd. II S. 224), die nässere und damit auch kältere Zeiten andeuten.

6. Absterbende und Tote Hochmoore.

Haben wir gesehen, daß die subarktischen Moore heute generell natürliche tote Hochmoore sind, so wird sich dasjenige, was sonst noch über die toten Hochmoore der gemäßigten Zone zu sagen ist, hier am besten anschließen.

Die Meinung ist sehr verbreitet, jedenfalls oft ausgesprochen worden, daß die lebenden Hochmoore immer älter werdend schließlich zu (natürlichen) toten Hochmooren werden müssen. So wird z. B. das Bourtanger Moor (ein Seeklima-Hochmoor) an der holländischen Grenze für ein »‚ausgewachsenes', gealtertes Hochmoor« gehalten [1]), denn die Bulte werden von *Erica tetralix* eingenommen; sie ist häufiger als *Calluna vulgaris*, die noch größere Trockenheit verträgt. Zwischen den Bulten siedeln sich Seggen und andere Cyperaceen an, namentlich *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium* und *Scirpus caespitosus*, die allgemein verbreitet sind; »weniger häufig und meist auf trocknere Stellen beschränkt finden sich« *Empetrum nigrum*, *Myrica Gale*, *Andromeda polifolia*. Ferner ist u. a. *Orchis helodes* vorhanden usw. Seit jeher aufgefallen ist dann, »daß *Scheuchzeria palustris* L., deren Wurzelstöcke sowohl im älteren als im jüngeren Hochmoortorf gar nicht selten angetroffen werden, ja die in jenem stellenweise ganze Lagen bilden,

---

[1]) Vergl. z. B. J. Stoller, Erläuterung zu »Blatt Hebelermeer«, Berlin (Kgl. Geol. Landesanstalt) 1907 S. 9—11.

im Bourtanger Moor lebend nicht mehr angetroffen wird: eine Folge des allgemeinen Trockenwerdens jenes Moores.«

Es handelt sich in der die Moore besetzenden Heidepflanze bei uns überwiegend um *Calluna vulgaris* (Calluna-Moor, dänisch Lyngmoser). Wir haben schon vorn (S. 75) an dem Beispiel der Zonen um die Hatzseen gesehen, daß *Erica Tetralix* größere Feuchtigkeit resp. Nässe bevorzugt, weshalb sie gern, wo die beiden genannten Ericaceen zusammen oder nebeneinander vorkommen, wie in NW.-Deutschland — auf Hochmooren reichlicher auftritt oder — sie bleibt kleiner als *Calluna* — in dem Schutz dieser Art auch auf Heide-Mooren, aber immer untergeordneter vorhanden ist.

Die Verheidung kennzeichnet sich also durch eine Strauch-, aber auch Birken- und Kiefern-Vegetation, die bei dichtem Bestande dem Boden einen besonderen Schutz vor Verdunstung gewährt, so daß er wieder naß werden kann. In diesem Falle kann abermals eine *Sphagnum*-Decke Platz greifen und wir erhalten noch einmal eine Moostorf-Bildung. Wir haben dann auf den Seeklima-Hochmooren ein ähnliches Verhalten wie auf den Landklima-Hochmooren (vergl. S. 92 ff.). Sind die klimatischen Bedingungen im ganzen immer die gleichen geblieben, so müßte aus dem früher angegebenen Grunde die vollständige Verheidung zum Siege kommen. Schließlich mag also aus dem trockneren Zustand, der mehr zunächst zum Landklima-Hochmoor, sodann zum zwischenmoorigen neigt, dauernd ein natürliches totes Hochmoor werden können. Die weitgehenden Kultur-Eingriffe gestatten aber bei uns keine rechte Einsicht. Es scheint aber in der Tat, daß in unseren jungfräulichen Hochmooren generell, d. h. abgesehen von gelegentlichen Rückschlägen, die *Calluna v.* gegenwärtig immer mehr Platz greift, Hand in Hand mit dem Zurückgehen Wasser liebender, auf Hochmoor vorkommender Pflanzen wie *Scheuchzeria palustris* in NW.-Deutschland, wo sie, wie gesagt, früher häufig war. Diese Art verträgt selbst ein gelegentliches Austrocknen ihres Wohnortes nicht, das bei den heutigen Mooren, wie es scheint im Gegensatz zu früher auch unter relativ natürlichen Verhältnissen statthat, mag das nun auf die weitgehenden Einflüsse auf die ge-

samte Wasserhaltung, die die Kultur bewirkt hat, zurückzuführen sein oder auf Verhältnisse, die unabhängig davon sind. W. GÖTZ (Meteorolog. Zeitschr. Jan. 1906) hält die Einflüsse der Kultur für sehr weitgreifende, bemißt die Entwässerung von Mooren und Sümpfen Europas auf hunderttausende von Quadratkilometern. »Umfaßt ja doch schon die heuer fast zu Ende geführte Kultivierung der Sumpfsee- und Moorfläche der Polesje am Pripjet südwestlich der Beresina allein über 60000 qkm!« Er sucht zu beweisen, daß der heutige Festbodenbewohner über weniger Wasser frei verfügt, als sein Vorgänger vor etlichen Jahrtausenden, ja zum Teil als vor 500 Jahren, vor allem, weil das Wasser in den höheren Bodenlagen schwinde. Findet eine künstliche Entwässerung der Moore statt — und das ist bei der überwiegenden Zah der Moore geschehen —, so tritt dauernde Verheidung ein.

Die meisten Sphagnen sind gegen Austrocknung sehr empfindlich. Ist z. B. der Boden gefroren und dabei die Luft warm genug zum Auftauen überstehender *Sphagnum*-Rasen und Verdunstung ihres Wassers, so sieht man diese schnell vertrocknet die Oberfläche bekleiden, es sei denn, daß sie durch eine Schneedecke geschützt sind. Auch die Landklima-Hochmoore zeigten in besonders trocknen und warmen Jahres-Perioden, wenn die Verdunstung schnell vor sich geht, vertrocknete *Sphagnum*-Decken, die nicht imstande waren, das verloren gegangene Wasser schnell genug zu ersetzen.

Wir haben bei den dem Hochmoor vorausgehenden Moorstadien auf den Erhöhungen, den Baumstümpfen und Bulten sowie am Fuße der Bäume stets Pflanzen-Arten gefunden, die schon auf das nächstfolgende Stadium hinweisen. Über das Seeklima-Hochmoor geht es nicht hinaus, d. h. bei noch weiterer Vernässung ist ein weiteres Moor-Stadium nicht mehr möglich, vielmehr haben wir dann nur noch Wasser mit Wasserpflanzen (Wassersphagnen usw.); ein Seeklima-Hochmoor und Hochmoor überhaupt kann daher, wenn es sich als Moor verändert, nur zum Zwischenmoor zurücktendieren, zunächst auf den Bulten und den trockneren Stellen überhaupt.

Sobald die norddeutschen *Sphagnum*-Hochmoore an ihrer Oberfläche trocken werden — etwa durch künstliche Entwässe-

rung —, tritt im allgemeinen sofort *Calluna*-Bestand auf; oder es geht auf solchen Mooren etwa ein Bestand von *Eriophorum vaginatum* oder *Molinia coerulea* voraus. Auch *Rubus*, und zwar die Brombeer-Gruppe, sieht man oft stärker ausgetrocknete tote Hochmoorstrecken ganz überziehen.

Den allmählichen Übergang lebender Hochmoore zu toten kann man gut an neueren künstlichen Entwässerungsgräben studieren: die bei Seeklima-Hochmooren lockere und üppig wachsende *Sphagnum*-Decke wird dicht und kleinköpfig. Vom trockenen Grabenrand aus (z. B. auf dem Schwentlunter Hochmoor bei Cranz in Ostpreußen) in senkrechter Erstreckung zu ihm ist die Lebenskraft dieser Decke proportional der Entfernung um so größer und dementsprechend um so stärker gegenüber allen anderen Pflanzenarten hervortretend, während in umgekehrter Richtung Ericaceen in immer größer werdenden Sträuchern, auch *Molinia coerula* u. dergl. auffällig zunehmen. Namentlich zur Blütezeit von *Calluna vulgaris*, aber durch ihre dunkle Farbe gegenüber der *Sphagnum*-Decke auch sonst ist der allmähliche Farbenübergang der Vegetation höchst auffällig.

Der Entwässerungs-Einfluß reicht mehr oder minder weit, und auch das Zusammensinken des Moores ist je nach den Umständen ein mehr oder minder beträchtliches. Eine 8—10 m an Torf mächtige, tief entwässerte Strecke des Augstumal-Moores sank nicht weniger als um 2,10 m zusammen. Im Bredzuller Moor im Ibenhorst (Memeldeltagebiet) war der Entwässerungseinfluß gelegentlich bis auf 50 Schritt vom Grabenrand entfernt stärker zu verspüren; an seinem Nordrande jedoch trotz der Senkung des Wasserspiegels im Nordgraben um 1,50 m von der Oberkante des Moores gemessen war dieser Einfluß nur bis rund 25 Schritt von dem Grabenrand entfernt allmählich sich auslöschend ordentlich zu bemerken. In dieser Entfernung besaß das Moor an der Oberfläche wieder blankes Wasser. Allerdings war der Graben erst kurz vorher von neuem aufgewältigt worden.

Der Entwässerungs-Einfluß geht bald genug dadurch bei Hochmooren weiter als eine Absenkung des Torfes nach dem Graben zu stattfindet, aber auch sonst dringt der Einfluß der randlichen

Angriffe (Torfstiche usw.) allmählich im Verlauf der Jahrzehnte immer tiefer ins noch unberührte Moor und darauf möchte ich auf Grund meiner Beobachtungen in NW.-Deutschland die beginnenden Anzeichen für das Absterben auch der jungfräulichen Strecken zurückführen. Herr Dr. STOLLER, mit dem ich darüber gesprochen habe, weil auch er Gelegenheit hatte, dort zu beobachten, schreibt mir jetzt:

»Über die von Ihnen angeregte Frage habe ich weiter nachgedacht und kann Ihnen aus meiner Erinnerung an der Hand meiner Kartennotizen aus dem Bourtanger Moor mitteilen, daß dort Kolke und üppige Sphagneta in gewisser gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Wo das eine auftritt, fehlt das andere nicht. An diese Zentren oder Inseln schließen sich in allmählichem Übergang die Seggenwiesen mit den großen Flächen an, welche den Eindruck eines absterbenden oder toten Hochmoores machen. Hier treten dann auch *Andromeda*, *Myrica*, *Empetrum* auf. *Narthecium* fand ich in Nähe von Kolken und an trockeneren Stellen, merkwürdigerweise aber stets in der Nähe menschlicher Wohnungen. *Vaccinium Oxycoccos* ist charakteristisch für die nassen Sphagneta. Kolke und nasse Sphagneten finden sich, wie ein Blick auf die Karte (Blätter Hebelermeer und Hesepertwist) zeigt, vornehmlich noch in den von der Kultur gar nicht oder kaum berührten Gebieten, so daß Ihre Deutung des Absterbens des Bourtanger Moores als eines quasi Abtötens durch die Kultur vieles für sich hat und wohl das Richtige trifft.«

Eine besondere Rolle spielen in der Bekleidung stark entwässerter, ausgetrockneter Hochmoore, wie gesagt, *Molinia coerulea* und *Calluna vulgaris*. Wo wir einen mächtigeren Hochmoortorf haben, der durch Entwässerung zusammensinkend und daher in den oberen Partieen dadurch die vorhandene Nahrung anreichernd wieder einer anspruchsvolleren Vegetation Bedingungen bietet, oder einer solchen, die im Kampf mit den Sphagnen lebender Hochmoore leicht unterliegt, treten besonders gern die beiden genannten Arten in dichten und fast reinen Beständen oft große Strecken überziehend auf. So *Molinia coerulea* z. B. auf dem Schussenrieder Moor, dem Westerbecker Moor nördlich Triangel

in der Lüneburger Heide, auf dem Moor am Randecker Maar in der Schwäbischen Alp usw. Hier finden sich fast reine Molinieten. *Molinia coerulea* besetzt die Flächen toter Hochmoore; wo Bewaldung vorhanden ist oder stattfindet, tritt sie zurück oder fehlt, wie im bewaldeten Teil des Thurbruchs (s. hinten). Überhaupt bekleidet *Molinia*, die sonst auch auf nassen Wiesen üppig ist, auf totem Moor die trockeneren Stellen, wo sie dann sehr häufig aufwächst. Sie trägt z. T. mit dazu bei, den Torf zu zerkrümeln, da die genannte Spezies ein starkes Wurzelwerk besitzt und damit den Torf stark durchflicht. Diese Art und andere tragen so durch Auflockerung zur Zerstörung des Torfes bei und man nennt solche Pflanzen daher Humuszehrer. Zu ihnen gehören überhaupt besonders Gräser, wie in erster Linie *Molinia coerulea*, u. a. auch *Nardus stricta*, *Aira flexuosa*, kurz alle Pflanzenarten, die schnell besonders viele unterirdische Organe bilden können, die aber gerade deshalb unter besonderen Bedingungen andererseits auch leicht eine Trockentorf-Entstehung begünstigen, wie denn überhaupt eine Grenze zwischen Humus-Bildnern und Humus-(Torf)-Zerstörern nicht zu ziehen möglich ist.

Calluna vulgaris nimmt noch größere Flächen ein. In der Lüneburger Heide sind dadurch von weitem die toten Hochmoore von den mit *Calluna* besetzten großen Sandstrecken nicht zu unterscheiden und auch in der Nähe muß man sich unter Umständen erst davon überzeugen, ob ein totes Moor vorliegt, weil *Calluna* dort auch auf den Sandstrecken einen Torf, wenn auch nur in dünner Lage, einen Trockentorf erzeugt, der bei seiner Dichte ein Wasser abschließender Boden ist und dadurch überdies der Ausgangspunkt zur Bildung von Hochmoor werden kann. Das schwarze Heidehumus-Lager, der Trockentorf, unterscheidet sich dann deutlich von dem darüber entstandenen Hochmoortorf und wird von den Torfstechern NW.-Deutschlands als Solband bezeichnet. Übrigens heißen auch so die durch Humussubstanz gefärbten, die Torflager unterteufenden oberen Partieen des anorganisch-mineralischen Bodens.

Den ersten Schritt zur Verheidung beobachten wir u. a. am Bourtanger Moor; ein weites Beispiel bietet die Kacksche Balis

in Ostpreußen: hier ist *Scirpus caespitosus* besonders auffällig, eine Art, die ebenfalls, wo sie so massenhaft auftritt, gern das beginnende Absterben anzeigt. Solche Moore lassen sich als Stauden-Hochmoore bequem zusammenfassen; die auffälligsten hier in Betracht kommenden Stauden sind besonders Cyperaceen wie *Eriophorum vaginatum*, *Scirpus caespitosus* usw., alle mit *Sphagnum*-Untergrund. Bestimmte Arten — wie die genannten — treten eben unter Umständen in dichten großen Beständen auf.

Die Kacksche Balis (IX. 1904) wird an ihrem Südrande (am Wege, der durch das Moor nach Norden, nach dem Dorfe Kackschen verläuft) von einem schmalen Zwischenmoor-Gürtel oder Hochmoorhang eingeleitet. Hier wachsen: *Betula pubescens!*, *Picea excelsa* und auch kleine Exemplare von *Pinus silvestris*. Ericaceen in strotzenden, großen Sträuchern sind *Ledum palustre!*, *Andromeda calyculata* und *polifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris!*, ferner *Vacc. oxycoccos*; im meist mit *Sphagnum* besetzten Grund sind besonders auffällig *Eriophorum vaginatum* und *Rhynchospora alba!*. Dann wären noch zu nennen *Lycopodium clavatum* und *Aspidium cristatum*. Auf der eigentlichen großen Hochmoorfläche selbst stehen sehr zerstreut fast nur Krüppelkiefern, sonst wenige Krüppelbirken (*B. pub.*); die Hauptpflanze ist *Scirpus caespitosus!!*, daneben ist *Calluna vulgaris* ziemlich gleichmäßig vertreten und von anderen Ericaceen, aber alle klein bleibend, wenig *Ledum pal.*, viel *Andromeda pol.* und *Vaccinium oxycoccos*, ferner *Empetrum nig.* Dann sind noch hervorzuheben *Scheuchzeria palustris* (wenig), *Drosera anglica*, viel *Rubus chamaemorus*, ferner *Carex limosa* und *Rhynchospora alba*. *Sphagnum* wächst nicht sehr strotzend auf und erzeugt keine Bulte und etwas *Polytrichum strictum* und viel *Cladonia* wären noch zu nennen.

Wo nun aber die Entwässerung weiter geht, da haben wir volle Verheidung. Auf dem künstlich entwässerten, aber nicht kultivierten Teil des großen Moosbruchs im Memeldelta (z. B. Strecken nördlich Mauchern und nach Laucknen usw. zu) ist es dicht bestanden mit *Calluna vulgaris!! Ledum palustre!!* (groß), *Betula pubescens!!* in dichterem Bestand. Die Dämme zwischen (Kartoffel-) Äckern von Franzrode usw., überhaupt die kultivierten

Hochmoorstrecken, zeigen u. a.: *Molinia coerulea! Juncus bufonius*, *Anthoxanthum*, *Eriophorum vaginatum! Rumex acetosella! Populus tremula*, *Betula pubescens!* (auch *humilis?*), *Epilobium angustifolium*, (*Trifolium pratense* auch var. *maritimum*), *Vaccinium uliginosum!* (groß), *Rubus chamaemorus!* (groß), (*Potentilla norwegica*), *Sorbus aucuparia*, *Linaria vulgaris* usw. (Einige Maulwurfshaufen.)

Bei Landklima-Hochmooren treten nach ihrem Absterben noch auffälliger mehr oder minder zu dem ruderalen und sonst zum trockneren Gelände hinneigende Pflanzen-Arten auf. Für Canada wurde schon S. 103 eine Liste gegeben; im östlichen Waldgebiete sind dann dort z. B. oft sogar häufig *Achillea ptarmica*, *Aster*, *Epilobium angustifolium!*, *Potentilla* cf. *supina*, *Solidago* sp. Hier genügt vielfach — so sah ich das in mehreren Zwischenmooren — das einfache Abholzen, das den Boden für die austrocknende direkte Sonnenwärme zugänglicht macht, um gleich einer der ruderalen angenäherten Flora Eingang zu gestatten.

Es ist zu beachten, daß bei noch lebenden echten Seeklima-Hochmooren, wenn sie Bäume tragen, diese klein bleiben oder es sich um kleinere Arten handelt wie *Pinus montana* und sie meist nur mehr verstreut auftreten: man wird dann freilich oft nicht sehr geneigt sein, von einem Walde zu sprechen. Nur auf vorübergehend trockeneren Stellen kann man hier ordentlichere Waldbildung beobachten (S. 86), und auf Landklima-Hochmooren ist oft — z. B. in Canada — ebenfalls eine generellere Waldbildung vorhanden. Handelt es sich aber um tote Hochmoore, deren obere Torflagen durch Entwässerung zusammengesunken und nunmehr der Zersetzung besser zugänglich sind, so daß sie zu »Staubtorf« (Moder) geworden sind, in denen daher eine Anreicherung für die Vegetation ausnutzbarer mineralischer Stoffe stattgefunden hat, so ist die Entstehung ordentlicher Wälder erst recht möglich. Man muß also die Waldbildung auf lebenden von der Waldbildung auf toten Hochmooren unterscheiden. Man muß aber hierbei den Gang bei den Seeklima-Hochmooren von dem der Landklima-Hochmoore auseinander halten, denn die Landklima-Hochmoore gehen naturgemäß besser und schneller einem trockenen Zustand entgegen als die Seeklima-Hochmoore; die erstgenannten entsprechen dann meist

gleich und relativ schnell einem mit den Zwischenmooren zu vergleichenden Zustand, während die Seeklima-Hochmoore (man vergl. diesbezüglich das Gros der toten Hochmoore NW.-Deutschlands) in ihrer durch Entwässerung angestrebten Vegetation zunächst mehr zum Landklima-Hochmoor tendieren, d. h. bei den stärkeren und regelmäßigen Niederschlägen geht die Abtötung des *Sphagnum* nicht so schnell vonstatten, ja *Sphagnum* kann fast dauernd immer wieder auftreten, wo es verschwunden war. Es ist zum richtigen Verständnis bei der bis zu einem gewissen Grade äußeren Ähnlichkeit von Zwischenmooren und Landklima-Hochmooren, da diese ebenfalls (in Canada z. B.) wie die ersteren ordentlich bewaldet sein können, festzuhalten, daß der Boden typischer Zwischenmoore von Natur trocken ist, während die Landklima-Hochmoore doch durch eine regelmäßige *Sphagnum*- auch *Polytrichum*-Decke ausgezeichnet sind, so daß die Elemente trockenerer Wälder fehlen.

Um das Gesagte zu erläutern, sei zunächst ein Beispiel der Vegetation eines bewaldeten toten Hochmoores, nämlich des Thurbruchs am Süd-Ende des Gothen-Sees auf der Insel Usedom gegeben, die nach der HELLMANN'schen Regenkarte nur eine jährliche Niederschlagshöhe von 50—60 cm hat: hier trat sofort ein Wald von Zwischenmoor-Charakter auf. Es fanden sich: *Pinus silvestris!!*, *Betula pubescens!!*, *Empetrum nigrum!!* (sehr große, üppige Exemplare), *Ledum palustre!!* (sehr große, üppige Exemplare), *Calluna vulgaris!!*, *Sphagnum* fehlte hier.

Das Tyrus-Moor (tўre, litauisch, heißt nach KUSCHAT der Brei) bei Prökuls in Ostpreußen, ein totes Hochmoor, Fig. 31, trug (notiert Aug. 1907) — nach HELLMANN 60—70 ccm Niederschlagshöhe — von Bäumen kleine, aber sich erholende Exemplare von *Pinus silvestris*, dann *Betula pubescens*, ferner an nässeren Stellen *Rhynchospora alba*, *Comarum palustre*, sonst *Cladonia rangiferina!!* und etwas Hypnaceen, *Molinia coerulea!!*, *Eriophorum vaginatum*, *Myrica gale!!*, *Rhamnus frangula*, *Drosera rotundifolia*, *Calluna vulgaris!!*, *Ledum palustre!*, *Vaccinium vitis Idaea* und *uliginosum!*, *Andromeda polifolia!*, *Empetrum nigrum*, *Potentilla silvestris* usw. *Sphagnum* ist hier überall vorhanden.

Figur 31.



Zwischenmoor-Typus eines toten Hochmoores. Tyrus-Moor bei Prökuls (Memel-Delta) mit Myrica Gale neben Ledum palustre.

Aufgenommen am 30. August 1907.

Das Hochmoor bei Dalle (Lüneburger Heide) mit vielen Entwässerungsgräben liegt im Grenzgebiet von 60—70 und 70—80 cm Niederschlagshöhe. Sein auffälligster Pflanzenbestand (21. VIII. 1905) auf *Sphagnum*-Boden mit etwas *Cladonia rang.* besteht aus: Kleinen Bäumen, die nur wenig eingebultet sind: *Pinus silvestris!*, *Picea excelsa*, sehr klein, aber gelegentlich bis ca. 7 m hoch, (*Juniperus communis*), *Betula pubescens.* — Sträucher: *Erica Tetralix!!!*, *Calluna vulgaris!!* (*Vaccinium vitis Idaea*), *V. oxycoccos*, *Andromeda polifolia! Myrica gale!!* — Stauden: *Molinia coerulea!*, *Scirpus caespitosus!!*, *Rhynchospora alba* (auf kahlen Stellen), *Narthecium ossifragum!!!* (*Gentiana Pneumonanthe*), *Drosera intermedia* (auf kahlen Stellen).

Die ebenso stark durch Gräben angegriffene Hochmoorfläche östlich von Papenburg an der Ems jedoch mit 70—80 cm Niederschlagshöhe hat einen sehr dichten, geschlossenen, sammetartigen, kleinköpfigen, nassen *Sphagnum*-Boden, der eben und nicht bultig, überall in feiner Verteilung *Molinia coerulea*, ferner viel *Erica Tetralix* in größeren und *Calluna vulgaris* in kleineren Büschen, sowie viel *Narthecium ossifragum* usw. trägt. An offenen Gräben dieser dort noch für »jungfräulich« gehaltenen Strecke, weil sie hinter den kultivierten Partieen liegt, wuchs neben etwas *Cladonia rangiferina* besonders *Aulacomnium palustre*, *Vaccinium oxycoccos*, *Empetrum nigrum*. Hier und da auch *Rhynchospora alba*. Es ist zu erwähnen, daß sich das Grabenwasser hier nur zur Zeit ca. 2 dm unter der Mooroberfläche befand.

Je trockener ein totes Hochmoor ist, um so mehr tritt in NW.-Deutschland *Calluna vulgaris* hervor und unterdrückt *Erica Tetralix*, während das im vorausgehenden Beispiel noch umgekehrt ist. Auf diesen nordwestlich ganz ausgetrockneten Hochmoorflächen ist dann auch gern *Molinia* vorhanden und z. B. Salices wie *S. aurita*, und Brombeeren (*Rubus*) greifen Platz unter Umständen neben *Betula pubescens* usw.

Schließlich sei noch die jetzige wesentliche Flora eines stark entwässerten Höhen-Hochmoores in einem sehr niederschlagsreichen Gebiet aus 912,5 m Höhe, nämlich dasjenige um den wilden See (Hornsee) bei Kaltenbronn im Schwarzwald vorgeführt. Trotz der

weitgehenden und bei der Hochlage leichten Wasserabführung tritt doch *Sphagnum* bei der großen Luftfeuchtigkeit hier immer wieder beträchtlich auf, aber *Polytrichum strictum* ist daneben häufig. Bäume: *Pinus montana!* (auch gelegentlich hochstämmig, bis 12 m hoch), *P. silvestris*, klein und zurücktretend, *Picea excelsa*-Anflug. Sträucher besonders Ericaceen: *Calluna vulgaris!*, *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*. Stauden: *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum vaginatum*, *Drosera rotundifolia* usw.

Es ist hier trotz der Entwässerung noch kein rechter Gegensatz zu anderen, noch lebenden Höhenhochmooren vorhanden.

Mit der Entwässerung der Hochmoore schwinden schließlich auch ihre Seen und Teiche, die sich aber noch lange als Einsenkungen markieren; sie verlanden durch horizontal ausgebreitete *Sphagnum*-Decken unter Umständen mit besonders viel *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera anglica*.

Rüllen, die wegen Entwässerung verschwunden sind, lassen sich oft dadurch noch als tote Rüllen erkennen, daß z. B. *Arundo phragmites* im Laufe der ursprünglichen Rülle noch lange auf der toten Hochmoorstrecke durchsticht. Man darf bei der Beobachtung solch toter Rüllen nicht ohne weiteres den Schluß ziehen, daß es sich um einen nicht durch Untergrund-Quellwasser gespeist gewesenen Bach gehandelt habe, da doch nach der Entwässerung das Wasser verschwunden sei. Es ist — wo es auf eine Entscheidung ankommt — erst zu untersuchen, ob das eventuelle Quellwasser nicht bei der Inangriffnahme des Moores abgeleitet worden ist.

In dem großen von West nach Ost sich erstreckenden Moorgebiet nördlich von Hauptstuhl, Landstuhl und Kindsbach in der Bayerischen Pfalz handelt es sich um ein seit vielleicht hunderten von Jahren der Torf-Gewinnung und Kultur unterworfenes Gelände. Die vielen durch dasselbe gezogenen künstlichen Gräben weisen auf die Bemühungen hin, das Gebiet behufs Torf-Abbau und Herstellung künstlicher Wiesen usw. zu entwässern. Das ist auch gelungen, da es sich jetzt um eine tote Moorstrecke handelt, deren Torf zum Teil fast ganz abgetragen ist. Daß die Möglichkeit der Entwässe-

rung überhaupt vorhanden gewesen ist, deutet schon darauf hin, daß sich die Torfbodenoberfläche gewiß über den Grundwasserspiegel des anorganischen Mineralbodens erhoben hat, daß also ursprünglich im wesentlichen ein Hochmoor vorhanden war. Darauf deutet auch der gegenwärtige Vegetations-Bestand großer Strecken, die diejenige toter Hochmoore ist. Daß in dem Gebiet eine so ausgedehnte Moor-Bildung überhaupt möglich war, weist auf eine relative Ruhe, die dort in dem breiten Tal die Wasserbewegung gehabt haben muß.

Wenn soeben vom Grundwasserstand des anorganischen Mineralbodens gesprochen wurde, so soll davon der Grundwasserstand im Torfboden unterschieden werden, der bei lebenden Hochmooren mit dem Höherwachsen desselben mitsteigt, indem er dort der Mooroberfläche entspricht. Bei dem Abzapfen von Mooren geht dann eben der Grundwasserstand wieder auf den ursprünglichen des anorganischen Mineralbodens zurück.

Bei der großen prinzipiellen Verschiedenheit zwischen lebenden Hochmooren, insbesondere ihren Extremen, den Seeklima-Hochmooren und toten Hochmooren, ist es bedauerlich, daß die neuzeitlichen Autoren, namentlich wenn sie auf die floristische Seite Gewicht legen, nicht oder nicht genau zwischen lebenden, halbtoten und toten Hochmooren unterschieden haben, da sie floristisch so sehr von einander abweichen. Aber es würde dazu gehören, daß die Autoren ein wirklich noch lebendes Moor kennen; freilich gibt es lebende Hochmoore in Zentraleuropa nicht mehr viele, wohl aber noch z. B. in Russisch-Polen.

Ich habe aus dem angegebenen Grunde die Pflanzenlisten solcher Autoren leider nicht benutzen können, u. a. die von F. Höck[1]) und H. Paul[2]). — Siehe hierzu auch weiter hinten das Kapitel »Kultur«.

[1]) Höck, Gefäßpflanzen der deutschen Moore. (Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. Bd. XXVIII. Dresden-N. 1911 S. 329 ff.)

[2]) Paul, Die Moorpflanzen Bayerns. (Ber. XII. Heft 2 S. 136 ff. der Bayer. Bot. Ges. in München 1910.)

7. Tropenmoore.

Wenn im Folgenden kurz von Tropen-Mooren, Tropen-Sumpfflachmooren usw. die Rede ist, sind hier stets die Moore auf Geländen mit Tropenklima gemeint, nicht auf kälteren Geländen, wie sie auf Gebirgen auch der Tropen vorhanden sind, die dann natürlich unter den sonst für Moorbildung günstigen Bedingungen Moore aufweisen, wie die gemäßigten und kälteren Klima-Zonen der Erde.

Die erste Mitteilung von dem sicheren Vorhandensein von echten Mooren (mit Torfboden!) unter tropischem Klima dürfte die sein, die ich selbst 1907 in einem Aufsatz geboten habe, betitelt: »Ein von der Holländisch-Indischen Sumatra-Expedition entdecktes Tropen-Moor«[1]). Mir fehlte damals freilich noch der wichtigste Beweis für die Moornatur des Geländes, denn ich hatte noch keinen Torf aus diesem Moore in Händen; das ist aber jetzt der Fall. Ausführliches darüber habe ich dann infolgedessen 1909 mitgeteilt[2]). Hiernach ist im wesentlichen das Folgende zusammengestellt.

Die Moorkundigen waren bisher der Meinung, daß unter tropischem Klima Moore nicht vorhanden seien und sich demnach nicht bilden könnten. Das zu unserem Gegenstande sehr beachtenswerte Kapitel bei Früh (Moore der Schweiz 1904 S. 134—143) ist demgemäß überschrieben: »Abwesenheit typischer Moore im subtropischen und tropischen Klima«. Die Literatur bringt fast durchgehends dasselbe zum Ausdruck, sofern es sich um kritische Arbeiten handelt wie die Früh'sche, da bisher eben in der Tat keine beweisenden Tatsachen für das Vorhandensein von Tropen-Mooren vorlagen.

In der guten Darstellung von F. Wohltmann über »Die natürlichen Faktoren der tropischen Agrikultur« sagt dieser[3]) dem-

---

[1]) Der Aufsatz erschien in der Nummer vom 20. Oktober 1907 der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Jena).

[2]) Potonié, Die Tropen-Sumpfflachmoor-Natur der Moore des Produktiven Carbons. Jahrb. der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanst. für 1909, Bd. XXX, Teil I, Heft 3. Berlin 1909.

[3]) Wohltmann, Handbuch der tropischen Agrikultur, I. Bd., Leipzig. 1882. S. 173.

entsprechend: »Moorböden und Torfablagerungen, Hochmoore .... fehlen in den Ländern der heißen Zone, ausgenommen in besonders hohen Gebirgslagen (in Indien über 1100 m Meereshöhe)«.

Nur Äußerungen von Moor- und Bodenkundigen sind in unserem Fall beachtenswert. Es finden sich sonst gelegentlich Angaben von »Mooren« unter Tropenklima; aber von einer Berücksichtigung solcher Literaturstellen ist abzusehen, wenn nicht ausdrücklich die Beschaffenheit des Bodens angegeben wird, weil der Ausdruck »Moor« noch vielfach — namentlich von Botanikern — im alleinigen Sinne bestimmter Pflanzengemeinschaften gebraucht wird, gleichgültig, ob dabei ein Moortorfboden vorhanden ist oder nicht. Auch eine erst 1908 erschienene Mitteilung von E. C. JUL. MOHR ist trotz ihres Titels: »Über Moorbildungen in den Tropen«[1]) für unseren Zweck ungenügend. So erfährt man z. B. nichts über die Mächtigkeit der mehr oder minder kaustobiolithischen Ablagerungen, von denen der genannte Autor spricht.

Bei einem solchen Stand unserer Kenntnis ist es ein wesentlicher Schritt vorwärts, wenn wir jetzt aus dem gleich näher zu schildernden Fall wissen, daß das Tropenklima weitgehende Moorbildung durchaus nicht verhindert; übrigens wird vielleicht nach näherer Untersuchung die weitere Verfolgung der Angaben, die FRÜH (l. c. und S. 225) nach der Literatur über tropische Sumpfwälder macht, noch andere Beispiele von echten tropischen Mooren liefern, d. h. von autochthonen Moortorflagerstätten.

Wenn auch tropische Hitze die Zersetzung organischer Substanzen wesentlich beschleunigt, so fehlen doch unter tropischem Klima Humusböden durchaus nicht. Stark humose oder mit einer schwächeren Humusschicht bedeckte Waldböden sind dort vorhanden. Auch sonst findet man Angaben über Humusbildungen in den Tropen, wie insbesondere in den Sümpfen.

ADOLF MAYER gibt an[2]), daß »die Walderden auch in den Tropen häufig beinahe ganz ausschließlich aus Humusstoffen zu-

---

[1]) MOHR, Im Bulletin du département de l'agriculture aux Indes Néerlandaises. Nr. XVII. Buitenzorg 1908.

[2]) MAYER, Die Bodenkunde. 5. Aufl. Heidelberg 1901 S. 71, Anm.

sammengesetzt« seien, und zwar dies »aus eigener Erfahrung (d. h. aus der Analyse vieler Erden aus Sumatra)«. »Die Wahrheit ist wohl — fügt er hinzu —, daß Sumpfmoorböden (Flachmoore) in den Tropen keine Seltenheit sind und daß nur die eigentlichen Hochmoore daselbst fehlen.« Das ist auch meine Meinung; aber ein hinreichender Nachweis über das Vorkommen von echten Mooren unter Tropenklima war nicht geführt worden.

Man könnte meinen, daß die große Produktion organischer Substanz in den Tropen die Zersetzungsintensität generell übertreffen könne. »Wenn die Menschen Deutschland verließen, so würde dieses nach 100 Jahren ganz mit Holz bewachsen sein«, so beginnt — nach A. Möller 1891, S. 235 — Heinrich Cotta seine Anweisung zum Waldbau, und Möller fügt dann hinzu: »Wenn die Menschen Blumenau (in Brasilien) verließen, so würde dieses in 10 Jahren ganz mit Holz bewachsen sein«.

Hr. Dr. S. H. Koorders (ein erfahrener Kenner tropischer Vegetation) macht mir ferner Mitteilungen[1]) über spontane Neubewaldungen in den Tropen und speziell über diejenigen Spezies, die dazu in erster Stelle beitragen. Danach hat sich eine Strecke auf der Insel Nusa Kambangan in der Provinz Banjumas in Mittel-Java innerhalb 30 Jahren durch einen Urwald mit über 25 m hohen Bäumen auf der Ostspitze genannter Insel bedeckt, während der Genannte auf der Westseite ein ähnliches Tal innerhalb 7 Jahren spontan wieder mit Mischwald bestanden fand. Der Boden war in dem letzten Fall sehr deutlich humos geworden; es fand sich aber keine ausgesprochene, auch noch so dünne Humusdecke.

W. Detmer[2]) teilt mit, »daß eine Maispflanze in Buitenzorg auf Java an lufttrockener Substanz der oberirdischen Organe in 32 Tagen 29,5 g, in Jena in 32 Tagen jedoch nur 6,5 g produziert hatte, in den Tropen also in dieser kurzen Zeit etwa fünffach soviel wie bei uns. Sehr interessante vergleichende Angaben über die Schnelligkeit und das erreichte Körpervolumen von Pflan-

---

[1]) Vergl. auch Koorders »Beobachtungen über spontane Neubewaldung auf Java« (Forstl. naturw. Zeitschrift 1895).

[2]) Detmer, Botan. und landwirtschaftl. Studien auf Java. Jena 1907.

zenarten einerseits in den Tropen, andererseits in Deutschland gibt Dr. KOORDERS[1]). Danach erreicht z. B. eine 9jährige *Albizzia moluccana* auf günstigem Boden eine Gipfelhöhe von 33 m, eine 9jährige Buche jedoch bei uns kaum 2 m Höhe, eine gleichaltrige Lärche etwas über 4 m und eine ebenfalls 9jährige Edeltanne etwa 1 m. Bei erreichtem 17. Lebensjahre sind die respektiven Zahlen für *Albizzia* 44 m, für die in Deutschland gewachsenen angegebenen Arten, nämlich die Buche rund 3,5—4 m, die Lärche 10 m, die Tanne etwa 3 m[2]). Hinsichtlich des Volumens zeigte ein 33 m hoher, 9 Jahre alter Baum von *Albizzia* 6,6 cm sogenanntes Derbholz (das ist Holz über 10 cm Durchmesser), »diese Produktion wird in Europa nur bei einigen Bäumen im 80. bis 100. Jahre erreicht. Dabei ist zu beachten, daß solches Holz von *Albizzia* ein vielfach gebrauchtes Bauholz ist.

Nach DETMER (l. c. S. 76—78) soll man »in den tropischen Urwäldern, weder in den brasilianischen noch in den javanischen, keineswegs eine so bedeutende Menge umgesunkener Baumriesen antreffen, wie man von vornherein erwarten sollte. Im Gegensatz dazu fällt« — sagt er weiter — »die große Anzahl modernder Stämme, welche den Boden mitteleuropäischer Urwälder bedecken, um so mehr auf«, wie z. B. im Luckenwald am Kubani in Böhmen. Dr. KOORDERS sagt mir aber, daß in den wirklichen Urwäldern, wo besonders feste Hölzer vorkommen, wie in *Tectona*-Urwäldern in der Provinz Rembang (Mittel-Java), umgefallene Bäume viele Jahrzehnte hindurch in großen Mengen liegen bleiben und dann noch zum Export brauchbar sind. Sie werden von der niederländischen Regierung verkauft bezw. werden Strecken zum Herausholen dieser toten und herumliegenden Stämme verpachtet. Auf der eingangs genannten Expedition in Mittel-Sumatra, an der Dr. KOORDBRS als Botaniker teilgenommen hat, fanden sich im tiefsten, immergrünen Mischhochwald eine sehr große Zahl ge-

---

[1]) KOORDERS, Over de waarde von *Albizzia moluccana* MIQ. voor reboisatie op Java (Teysmannia V, 1894). — Waarnemingen over spontane reboisatie of Java (Teysmannia, Batavia 1894). — Wildernis in een 6 jaar geleden verlaten fort op Java (Teysmannia, Batavia 1898).

[2]) Die Angaben für die deutschen Bäume nach GAYER, Waldbau, 1883.

fallener Waldriesen, die das Passieren unter Umständen sehr beschwerlich machten. Danach sollte man in der Tat meinen, daß in den Urwäldern der gemäßigten Zonen besonders viele Baumreste vorhanden sein müßten. In Urwaldbezirken Canadas habe ich aber weniger gefunden, als ich erwartete. Es hängt also sehr von den Pflanzenarten ab und von anderen Umständen, ob viel oder wenig Reste vorhanden sind. Immerhin ist zu sagen, daß in den gemäßigten Zonen die Zersetzung von Pflanzenmaterial sehr viel langsamer vonstatten geht als in den Tropen, daß hier die größere Wachstumsintensität meist nicht ausreicht, um hinsichtlich der Humusproduktion mit der gemäßigten Zone konkurrieren zu können. Die in Mitteleuropa fehlenden Termiten helfen die Zersetzung in den heißen Ländern wesentlich beschleunigen und die Zerstörung durch Pilze ist weit intensiver. Was aber in erster Linie in Betracht kommt für die Hintanhaltung der Zersetzung, das ist ständige Nässe und Feuchtigkeit. Wo die Niederschlagsmengen überwiegen gegenüber der verdunstenden und versickernden Wassermasse, da haben wir in den gemäßigten Zonen vermoortes Gelände.

Man sollte denken, daß auch in den Tropen an solchen Örtlichkeiten, wo eine Sumpfvegetation Gelegenheit hat, sich in ganz stagnierendem Wasser zu zersetzen, auch bei dem Abschluß, den das Wasser bewirkt, feste Produkte, d. h. Torf zurückbleiben müßte, wie es denn auch tatsächlich tropischen Faulschlamm (Sapropel) gibt, worauf ich schon in Bd. I S. 65 aufmerksam gemacht habe. Organisches Material läßt namentlich unter stagnierendem Wasser einen relativ reichlichen brennbaren (kaustobiolithischen) Rest zurück. Diese Tatsache hatte mich denn auch veranlaßt, zu bitten, nach tropischem Sapropel zu suchen, und mich auch bewogen, unermüdlich anzuregen, nach tropischen Flachmoortorfgeländen zu fahnden. Denn daß nach der angegebenen Richtung hin die Tropen erst ganz oberflächlich bekannt sind, ist zweifellos. In den Tropen sind sumpfige Gelände gesundheitsgefährlich oder doch als solche gefürchtet, andererseits auch schwer begehbar. Von den in den Tropen vorkommenden Sumpfwäldern, Sumpfgebüschen wissen wir daher noch nicht viel. »Im Gegensatz zu den Mangroven — sagt

A. F. W. Schimper[1]) — sind die gemischten Waldbestände der Süßwasser-Sümpfe im Innern von Birmah, Sumatra und Borneo bisher nur sehr wenig untersucht worden, obwohl sie sowohl floristisch wie ökologisch viel Eigenartiges zu bieten scheinen«[2]).

Unentwegt habe ich Jahre hindurch in Sitzungen, wo Reisende Tropenvegetationen schilderten und wo ich persönliche Beziehungen mit Tropenkennern hatte, nach dem Vorkommen von echten Mooren (mit Torfuntergrund!) gefragt und endlich habe ich auf diesem Wege (infolge einer solchen Frage meinerseits in der Juni-Sitzung 1907 des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg) in der Tat eine interessante Auskunft von Herrn Dr. S. H. Koorders erhalten.

Es handelt sich um ein großes, mit einem über 30 m hohen, immergrünen Mischwald bestandenes Flachmoor, das er im Jahre 1891 als Botaniker der von Chefingenieur J. W. Yzermann geführten holländischen Mittel-Sumatra-Expedition durchquerte und das sich in der heißen Ebene des flachen, östlichen Teils der genannten Insel, und zwar an dem linken, nördlichen Ufer des Kamparflusses, in einer Entfernung von mehr als 90 km von der Meeresküste befindet.

Der Torf des Tropen-Sumpfflachmoores. — Um aber das in Rede stehende Gelände wirklich zweifellos als Moor ansprechen zu können, fehlte — wie gesagt — doch noch der strikte Nachweis, daß der Boden ein mächtigerer Torfboden sei. Diese Lücke ist nunmehr dadurch beseitigt worden, daß Herr J. G. Larive, Verwaltungs-Kontrolleur von Kampar-Kiri auf Sumatra, eigens zur Beschaffung von Torfproben aus dem genannten Moor eine Exkursion gemacht hat[3]). An der Stelle, von der er den Torf entnahm, war der Torf 9 m mächtig. Die Torfproben gingen zunächst an Herrn Dr. Koorders, der sofort eine mikroskopische Untersuchung vorgenommen hat. Er schreibt mir (unterm 31. Ok-

---

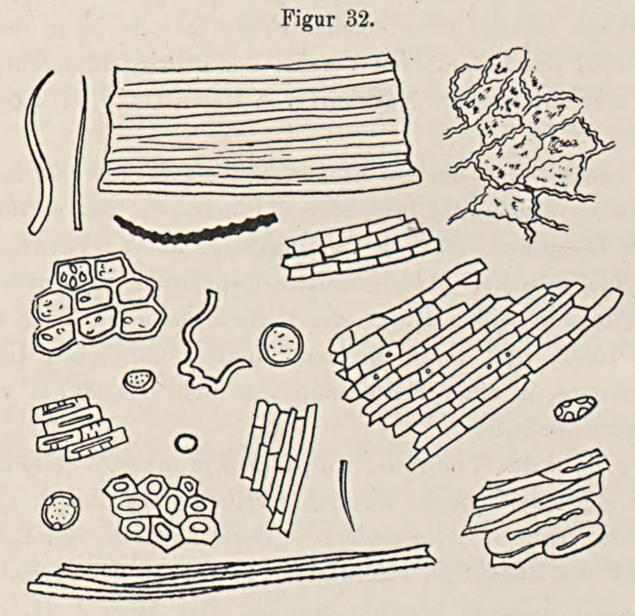
[1]) Schimper, Pflanzengeographie 1898 S. 411.

[2]) Vergl. auch Warming, Ökologische Pflanzengeographie. Berlin, 2. Aufl. 1902 S. 176.

[3]) Seinen Exkursions-Bericht habe ich in meiner genannten Abhandlung über das Tropen-Moor von 1909 veröffentlicht.

tober 1908) über deren Resultat: »Der Torf besteht zum größten Teil aus Holz- und Blattresten von Dicotyledonen; höchst interessant ist, daß Algen, Moose, Lebermoose und Farne, sowie Schizophyta, Myxothallophyta in meinen Präparaten vollständig fehlten, daß ferner auch tierische Reste ganz fehlten, daß auch Fadenpilzreste sehr selten waren. Für das Weitere sei auf meine beigefügte Skizze der mikroskopischen Bestandteile hingewiesen.« Vergl. Fig. 32.

Figur 32.



Mikroskopische Bestandteile des Tropentorfes.

Zeichnung von Herrn Koorders.

Eine statistische Aufnahme der einzelnen, noch figuriert erhaltenen Objekte solcher mikroskopischer Bilder, ergibt nun freilich kein genaues Bild über die Häufigkeit und Seltenheit der Organismen, d. h. über diejenigen, die wesentlicher oder nur unwesentlich zur Torfbildung beigetragen haben, weil die einen sich vollständig oder intensiver zersetzen und andere wie Moosreste, Sporen und Pollen eine bedeutende Erhaltungsfähigkeit bewahren[1];

[1] Vergl. auch meine Entstehung der Steinkohle, 1910. 5. Aufl. S. 59—61.

jedoch läßt sich, wenn man die Objekte einigermaßen in der angedeuteten Richtung zu beurteilen versteht, doch wenigstens in vielen Fällen ein generelles Bild über die ursprüngliche Flora gewinnen. In unserm Fall haben wir den Vorteil, die Zusammensetzung der lebenden Flora zu kennen, in ähnlicher Weise wie das im produktiven Carbon der Fall ist, wo wir in gleicher Weise die Steinkohle bildende Flora mit den mikroskopischen Bildern der Steinkohle selbst vergleichen können. Und da zeigt sich denn insofern eine volle Übereinstimmung, als wir bei unserem Tropentorf sowohl wie bei der Humussteinkohle des produktiven Carbons im mikroskopischen Bilde wesentlich Reste höherer Pflanzen beobachten. Diese mikroskopischen Bilder stimmen so weitgehend überein, wie man es auf Grund der Verschiedenartigkeiten der Floren hinsichtlich der Pflanzenfamilien, die vertreten waren beziehungsweise vertreten sind, nur verlangen kann. Ich fand in wesentlicher Übereinstimmung mit dem Befunde von Herrn KOORDERS: 1. Gewebefetzen von Phanerogamen, 2. Sporen beziehungsweise Pollenkörner, 3. dünne Stengelreste ohne ordentliche Gewebesonderung und ohne Spaltöffnungen, die vielleicht Moosstengel sind; sie waren aber nur untergeordnet vertreten, 4. braune, hyphenartige Fäden, ebenfalls nur spärlich vorhanden, könnten vielleicht zu Pilzen gehören, 5. harzähnliche Körperchen usw. — Bei dem hohen Kieselsäure-Gehalt der Torfasche wäre das Fehlen von Diatomeen-Schalen in den Präparaten hervorzuheben; Algenreste und andere Sapropel-Organismen wurden überhaupt nicht beobachtet.

Von den mir übersandten reichlichen Proben habe ich diejenige, die als Nr. 2 bezeichnet war (aus 2 m Tiefe) chemisch analysieren lassen. Probe Nr. 1 darüber entnommen unterscheidet sich von der erstgenannten nur dadurch, daß hier naturgemäß unzersetzte oder nur wenig zersetzte Pflanzenteilchen beigemengt sind, während der Torf Nr. 2 in dem hier vorliegenden lufttrocknen Zustande sehr gleichmäßig dunkelbraun wie erdige Braunkohle und pulvrig ist.

Herrn Dr. ARTHUR BÖHM, der die chemische Analyse vorgenommen hat, habe ich gebeten, zum Vergleich 2 beliebige Analysen guter norddeutscher Flachmoortorfe beizufügen. Die folgende Tabelle gibt das Resultat.

Chemische Analysen von Flachmoortorfen.

	1. aus den Tropen (Sumatra)		2. u. 3. aus dem gemäßigten Klima (Norddeutschland)			
Asche der absolut trockn. Substanz	1. 6,39 v. H.		2. 5,09 v. H.		3. 7,04 v. H.	
	Gesamtanalyse		Gesamtanalyse		Gesamtanalyse	
	der Asche v. H.	der abs. trocknen Substanz v. H.	der Asche v. H.	der abs. trocknen Substanz v. H.	der Asche v. H.	der abs. trocknen Substanz v. H.
Kieselsäure . . .	74,19	4,74	17,99	0,92	6,72	0,47
Tonerde	12,40	0,79	10,50	0,54	4,42	0,31
Eisenoxyd . . .	2,74	0,18	46,45	2,36	49,77	3,50
Kalk	3,08	0,20	6,96	0,35	23,43	1,65
Magnesia. . . .	0,83	0,05	4,97	0,25	1,65	0,12
Kali	3,04	0,19	0,66	0,03	0,30	0,02
Natron	2,53	0,16	1,65	0,08	1,01	0,07
Schwefelsäure . .	1,12	0,07	8,59	0,44	10,55	0,74
Phosphorsäure . .	1,46	0,09	2,05	0,10	1,70	0,12
Organ. Substanz .	—	93,53	—	94,93	—	93,00
darin (Stickstoff [Kjeldahl]) . .	—	(1,89)	—	(2,14)	—	(3,05)
	101,39	100,00	99,82	100,00	99,55	100,00

Es ergibt sich aus diesen Analysen, daß die Torfnatur des Tropen-Flachmoorbodens ganz und gar nichts zu wünschen übrig läßt, daß es sich in ihm nach den Begriffen unserer norddeutschen Torftechniker um einen guten Brenntorf handelt: besitzt er doch nur einen Aschengehalt von 6,39 v. H. der absolut trocknen Substanz (gegenüber 5,05 und 7,04 der Vergleichs-Proben norddeutscher Flachmoortorfe). Dabei ist zu berücksichtigen, daß als Brenntorf noch ein Torf bezeichnet wird, der bis 30 v. H. Asche enthält, danach ist der Tropentorf ein besonders guter Brenntorf und zwar ein absolut typischer Flachmoortorf.

Bemerkenswert ist der hohe Kieselsäuregehalt der Tropentorf-Asche, nämlich 74,19 v. H. (gegenüber 17,99 resp. 6,72). Die

brennbare organische Substanz ist in allen 3 Proben ziemlich gleich (93,53 resp. 94,93 und 93).

Damit ist nunmehr der Nachweis geliefert, daß auch unter Tropenklima an dauernd mit ruhigem Wasser besetzten Örtlichkeiten große Torflagerstätten und zwar große Sumpfflachmoore entstehen können: wohlverstanden in erster Linie oder vielleicht ausschließlich Sumpfflachmoore oder allgemeiner Sumpfmoore, weil kaustobiolithisches Material sich überall unter Wasser leichter erhält als über dem Grundwasser.

Man kannte zwar schon Torflagerstätten alluvialen Alters in den Tropen. Die torfartigen Lager z. B., die so zahlreich in geringer Tiefe unter der Oberfläche in der Nähe Calcuttas vorkommen, scheinen aus einer Waldvegetation hervorgegangen zu sein. H. P. Medlicott und W. F. Blanfort[1]) meinen, daß hier am Rande des Meeres eine Landsenkung stattgefunden habe. Diese Torflager könnten aber allochthone sein (Früh, l. c. S. 143), wie denn zusammengeschwemmte Pflanzenreste, wenn an eine Stelle große Massen zusammengebracht werden, sich gegenseitig so schnell von den die Zersetzung fördernden Atmosphärilien abschließen können, daß Lager aus solchen selbst in den Tropen nicht selten sein dürften, wenn auch naturgemäß, wie üblicherweise, allochthone Humuslagerungen in kleineren Ablagerungen vorkommen. Auf solche Anhäufungen wird öfter Bezug genommen; so spricht die deutsche Kolonial-Zeitung (1908 S. 283) von »holzreichem Torf«, der bei dem Dorf Adabion, zirka $1^1/_2$ km südlich von Tokpli in Togo vorkomme. Nach den Stücken, die Herr Landesgeologe Dr. Koert von dort mitgebracht hat, handelt es sich um Schwemmaterial.

Trotz des Erfolges mit dem sumatranischen großen rezenten Moorgebiet war es doch wünschenswert, nunmehr nachzuweisen, daß die Torfbildung unter den angegebenen Bedingungen in den Tropen etwas Generelles ist. Ich habe denn auch Reisende, die Gelegenheit haben konnten, dies erweisen zu helfen, nachträglich wiederholt gebeten, diesen Versuch zu machen. Da ist es nun in

[1]) Medlicott u. Blanfort, A manual of the geology of India. Calcutta 1879 S. 399 u. 400.

der Tat den Herren Dr. JANENSCH und Dr. VON STAFF gelungen, im südlichen Küstengebiet Deutsch-Ostafrikas mehrere Moore zu finden, durch den letzteren ein Anfang zu einer Moorbildung[1]).

Herr Dr. JANENSCH schreibt: »Im Unterlaufe des Lukuledi-Flusses tritt am nördlichen Talgehänge über einer Tonschicht reichlich Grundwasser aus. Auf jener Tonschicht hat sich an mehreren Stellen Torf gebildet, der auch jetzt noch von einer üppigen Vegetation bedeckt ist. Bei Narunyo und zwischen Narunyo und Mroweka habe ich vier Vorkommen von Torf feststellen können. An einer Stelle war das Liegende des Torfes bei $1^1/_2$ m noch nicht erreicht, an einer zweiten beträgt die Mächtigkeit über $1^3/_4$ m, an einer dritten über $2^1/_2$ m. Die Ausdehnung des größten Torfmoores bei Narunyo dürfte auf mindestens 20 Hektar zu schätzen sein.« — Herr Dr. VON STAFF schreibt: »Am Mto Nyangi, einem nördlichen Zufluß des Mbemkuru, hat sich durch Aufstauung austretenden Grundwassers an der Quelle in zirka 50 m Meereshöhe ein See gebildet, dessen Inseln und Ufer von üppiger Urwaldvegetation bedeckt sind, die den Sonnenstrahlen nur sehr wenig Durchlaß gewährt. In stillen, kleinen Buchten übersteigt die Zufuhr abgestorbener Pflanzenreste so sehr die Verwesungsvorgänge, daß sich typische Torfansammlungen bilden konnten, die auch am Ufer, mit Sand gemischt, stellenweise auftreten. Mit seinen offenen, sandreichen und kleinen vertorften Buchten erinnert der See lebhaft an die Verhältnisse der Grunewaldseen.«

Eine Torf-Probe von Narunyo, die mir freundlichst zugestellt worden ist, hat durchaus den Typus eines dichteren Flachmoortorfes wie von der nördlichen gemäßigten Zone. Ein durch meinen Sohn ROBERT untersuchtes Pröbchen ergab in der absolut lufttrocknen Substanz rund 29 v. H. Asche. Diese enthielt Si, Fe, Al, Ca und zwar wieder bemerkenswert viel SiO_2, nämlich 53,42 v. H.

Die pulverige Beschaffenheit, wie sie meine Sumatraprobe im getrockneten Zustand zeigt, ist hier also nicht vorhanden und scheint daher kein Charakteristikum für Tropentorfe zu sein, aber

[1]) Vergl. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. 1911 S. 393—395.

sonst werden sich gewiß Unterschiede gegenüber unseren Torfen aus der gemäßigten Zone ergeben. Bei dem hohen SiO_2-Gehalt, der diesbezüglich vielleicht schon in Rücksicht zu ziehen ist, wäre hier freilich zu unterscheiden zwischen primärer und sekundärer Asche, denn der SiO_2-Gehalt kann als Staub und dergl. hineingekommen sein, jedoch ist darauf zu achten, daß je wärmer es ist, auch das SiO_2 in gelöstem Zustande um so beweglicher ist. $SiO_2 + aq$ löst sich um so leichter, je wärmer das Wasser ist. Die heißen Geysire enthalten bekanntlich so viel SiO_2 in Lösung, daß ihre Umgebung infolge der Abkühlung des Wassers mit dichten Kieselsinter-Krusten überzogen wird und so bleibt das Problem noch zu lösen, ob nicht die Torfe der gemäßigten Zone von denen der Tropen sich generell dadurch unterscheiden, daß die ersteren mehr Kalk, die letzteren mehr SiO_2 in ihrer primären Asche enthalten. Warmes Wasser vermag nicht so viel Calicumbicarbonat in Lösung zu halten wie kälteres, da im ersten Falle das Kohlendioxyd leichter herausgeht.

Ferner wird unter tropischen Wärmeverhältnissen die Zersetzung anders vor sich gehen als in der gemäßigten Zone. Es entstehen unter den ersten Bedingungen ebenfalls lösliche Humusstoffe. Es muß sich hieraus eine Verschiedenheit zwischen den Humusgesteinen der Tropen im Vergleich zu denjenigen der gemäßigten und kalten Zone ergeben, denn es kann gegebenenfalls die Auslaugung von Humusböden in den Tropen viel weiter getrieben werden als bei uns; es müßte dann mehr Schwarzwässer in den Tropen geben als bei uns, und Ansammlungen von Niederschlägen mit Erdalkalien wären in den Tropen reichlicher zu erwarten als bei uns. Dadurch, daß gefrierendes Wasser die löslichen Humusstoffe niederschlägt und, wie es scheint, nicht oder nur zum Teil wieder in Lösung nimmt, wird kundgetan, daß eine chemische Umbildung mit ihnen vorgeht, der die in den Tropen entstehenden löslichen Humusstoffe nicht unterliegen: es müssen deshalb entstehende Humuslager verschiedene Beschaffenheit gegewinnen. Wo Frost eintritt, wird eine Humusanreicherung daher aus 2 Gründen unterstützt: 1. weil die Kälte die weitere Zer-

setzung zurückhält, 2. weil die in Lösung befindlichen Humusstoffe sich niederschlagen und so zum Teil vor Wegführung geschützt werden. Zu 1. ist freilich zu bemerken, daß während der Frostkälte aber auch keine oder doch höchstens eine außer Rechnung zu lassende Humusbildnng erfolgt, während in den Tropen das Pflanzenwachstum, die reiche Produktion organischen Materials, anhält.

Unser Resultat — das sichere Vorkommen ordentlicher autochthoner Torflager unter Tropenklima, noch dazu in der Nähe des Äquators — hat nicht nur eine hervorragende Bedeutung für die Moorkunde, sondern ebensowohl für die Erkenntnis der Kohlenlager führenden geologischen Formationen, zumal des Palaeozoicums. Denn bei der Tatsache, daß die Pflanzen der Produktiven Steinkohlenformation tropischen Habitus und sonst Eigentümlichkeiten aufweisen, die heute die Tropenpflanzen auszeichnen, ist die Frage nach der Torfbildung in den Tropen für uns von Wichtigkeit: glaubte man doch — veranlaßt durch die immer wiederkehrende Angabe des Fehlens von Torflagerstätten unter Tropenklima — zu besonderen Hypothesen greifen zu müssen, um den Widerspruch zu lösen, der sich in dem Vorkommen fossiler Moore (Steinkohlenlager), gebildet aus Vegetationen von Tropenpflanzen-Habitus, zu erkennen gibt. Auch in diesem Falle kommen wir also nunmehr zur Erklärung dieser Erscheinung vollständig mit Vergleichsdaten aus, die uns die heutigen Verhältnisse bieten. Trotzdem erst nachzuweisen war, daß wirklich an geeigneten Stellen in den Tropen Moorbildung fehle, ist doch die Ansicht, daß dies der Fall sei, dermaßen in succum et sanguinem der Gelehrten übergegangen, daß sich dies zu weitgehenden irrtümlichen Folgerungen verdichtet hat.

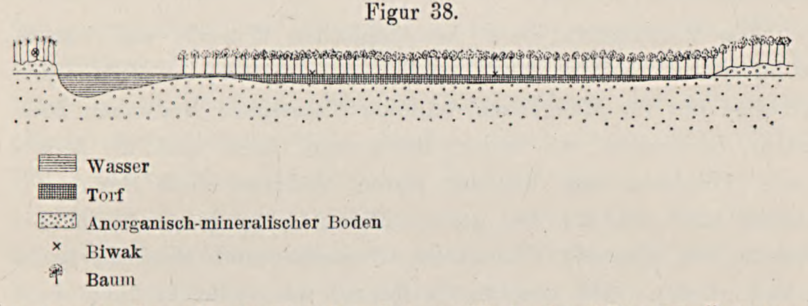
Daß die Steinkohlen-Lager, welche fossile Moore sind, Sumpfflachmoore mit Pflanzen-Arten von Tropenpflanzen-Habitus waren, habe ich ausführlich in meinem Buch »Die Entstehung der Steinkohle« 1910, 5. Auflage begründet.

Floristischer Charakter des Tropen-Sumpfflach-

moores. — Herr Dr. KOORDERS gibt mir über die Flora unseres Tropen-Sumpfflachmoores und andere interessierende Punkte die folgenden Auskünfte.

»Auf Grund der von Herrn YZERMANN und dem niederländisch-indischen Generalstabsoffizier (Topograph der Expedition) I. H. BAKHUIS angefertigten Karte des durchquerten Teiles von Mittel-Sumatra darf die am 20.—22. März 1891 von der Expedition durchquerte Breite des Süßwasser-Sumpfwaldes am linken Kamparufer auf 12 Kilometer und die vermutliche Oberfläche auf mehr als 80000 Hektar veranschlagt werden. Die Durchquerung dieser 12 Kilometer breiten Strecke forderte drei außergewöhnliche Marsch-

Figur 38.



Hochwald-Sumpfflachmoor (im Querprofil) in der Nähe des Äquators, in der heißen Ebene, im Innern von Sumatra in Niederländisch-Ostindien.

Nach KOORDERS.

tage. Zwei Nächte, am 20.—21. und 21.—22. März (1891), wurde in der Mitte des Moores biwakiert. Bei den beiden Biwaks wurde nur stagnierendes Süßwasser beobachtet von dunkelbrauner Färbung und von sehr schwach adstringierendem Geschmack, mitunter sehr schwach bitter, immer fast geruchlos und immer schön durchsichtig, ohne Trübung. Der Gebrauch dieses wie starker klarer Tee aussehenden Wassers zeigt sogar auch bei ungekochtem Gebrauch bei keiner der mehr als 250 Personen starken Expeditionskolonne auch nur die geringsten Nachteile.

Das Betreten des Moores, Fig. 38, war nur dadurch möglich, daß es überall mit einem Walde bestanden war, dessen Wurzeln die ganze Oberfläche mit einem dichten Netze bedeckten. Große

Schwierigkeiten wurden bei dem Marsch dadurch verursacht, daß die meisten Baumspezies von zahllosen aufrecht wachsenden, entweder dünnkegelförmigen, geraden oder dünnzylindrischen, sich später knieförmig oben umbiegenden Atemwurzeln (sogenannten aerotropischen Wurzeln oder Pneumatophoren) umgeben waren. Diese aufrechtwachsenden Atemwurzeln erhoben sich in einer Höhe von etwa $^1/_3$—$^1/_2$ m oberhalb der stagnierenden Wasserfläche. Sie besaßen meist nur 2—4, seltener 6—10 cm im Durchmesser. Die Oberfläche der erwähnten Kniewurzeln war in Übereinstimmung mit ihrer Atemfunktion ohne Ausnahme dicht mit großen, kräftig funktionierenden, durch die weiße Farbe auffallenden Lenticellen bedeckt.

Das Vorkommen dieser aerotropischen Wurzeln war deshalb so interessant, weil solche Wurzeln damals (1891) im Malaiischen Archipel nur für Mangroven, nämlich *Sonneratia*, *Avicennia*, *Bruguiera*, *Rhizophora* und andere Baumarten, dann auch für *Metroxylon*, *Pandanus* usw. bekannt waren, während diese Pneumatophoren hier von mir bei ganz anderen Gattungen, nämlich bei *Calophyllum*, *Eugenia*, *Chisocheton*, *Canarium* und *Myristica* beobachtet wurden. Ich konstatierte ferner, wie vielleicht kaum hervorgehoben zu werden braucht, noch das vollständige Fehlen von allen für die Mangroven des Malaiischen Archipels charakteristischen Bäumen.

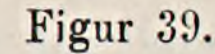
Unser Moorwald besteht vorwiegend aus sehr eng zusammenstehenden, 25—35 m hohen, immergrünen Bäumen, mit glatten, auffallend geraden Stämmen, welche erst sehr weit oben unregelmäßig verzweigt sind und eine ziemlich dichte, aber nur wenig breite, kleine Krone besitzen. Das Unterholz besteht hauptsächlich aus kerzengeraden Bäumchen, derselben Baumspezies, welche den Hochwald zusammensetzen, aus den Familien der *Guttiferae*, *Burseraceae*, *Meliaceae*, *Myristicaceae*, *Myrtaceae* und *Euphorbiaceae*. Diese Bäumchen zeichnen sich, als Folge des Halbdunkels, in welchem sie vermutlich viele Jahrzehnte ihr Leben fristen müssen, dadurch aus, daß die kerzengeraden Stämmchen nur an ihrer Spitze eine auffallend kleine, schlecht belaubte Krone tragen.

Unter den höchsten Waldbäumen dieses Flachmoorwaldes fehlten Gymnospermen und Monocotyledonen vollständig, und der Hauptbestand war ausschließlich aus Dicotylen zusammengesetzt, und zwar aus Repräsentanten solcher Familien, die in dem Malaiischen Archipel das Hauptkontingent bilden in immergrünen, hochstämmigen, häufig aus 500—600 Baumarten bestehenden Misch-Urwäldern, wie dieselben in der heißen Ebene dort auf fruchtbaren (sauerstoffreichen, frischen) Böden charakteristisch sind, und wie ich dieselben nicht nur auf Sumatra, sondern auch auf Java und Nord-Celebes zu studieren Gelegenheit hatte. Bemerkenswert war indessen, daß die den Hauptbestand des Moorwaldes bildenden Baumarten spezifisch verschieden waren von denjenigen Baumarten derselben Gattungen, welche die umgebenden Wälder auf Boden mit nicht stagnierendem Wasser zusammensetzen. Es handelt sich demnach nicht um Abkömmlinge der Salzwasser-(Mangroven-)Gemeinschaft, sondern um einen besonderen Pflanzenverein, der sich aus Inlandtypen herleitet.

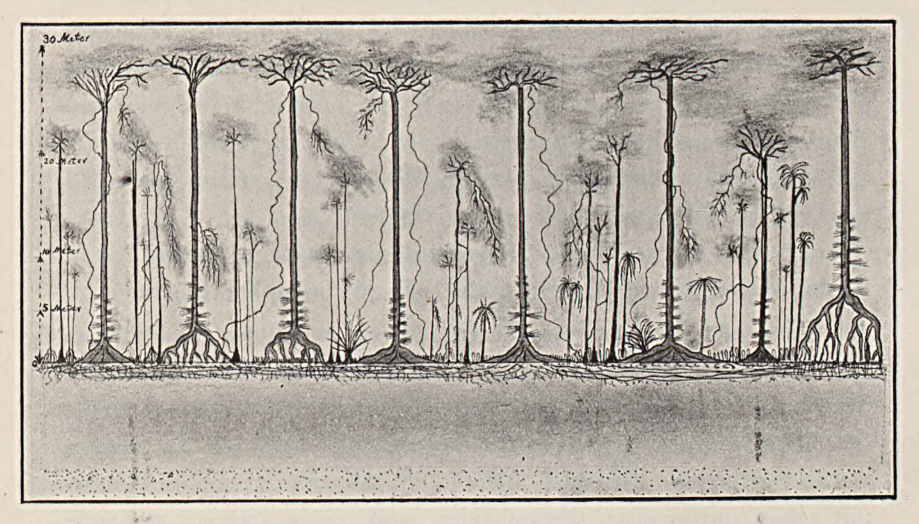
Unter den kleineren Bäumen, sowie unter den Sträuchern sind die Monocotyledonen wohl, aber relativ spärlich, in dem Moorwald vertreten und die Gymnospermen fehlen ganz. Unter den baumartigen Vertretern der Monocotylen sah ich nur einige wenige zerstreut stehende, kleine *Ptychosperma*-ähnliche Palmen mit schön purpurroten Blattscheiden, und einige zertreut stehende Exemplare von einem *Pandanus*, der sich durch die für diese Gattung beträchtliche Höhe von 18—20 m auszeichnete und der einen kurz gedornten, dünn zylindrischen Stamm besaß, der unten keine Stelzwurzeln hatte und nur am Gipfel ein einziges Mal verzweigt war. Sehr häufig war hier ein *Pandanus*, der sich durch niedrigen, strauchartigen Wuchs und besonders lange Blätter kennzeichnet. Unter den physiognomisch interessanten kleineren Bäumen dieses Moorwaldes verdient ein kleiner, vermutlich zur Gattung *Alsophila* gehöriger Baumfarn erwähnt zu werden, der nur sehr zerstreut auftrat. Unter den Sträuchern war die Familie der *Palmae* durch zahlreiche Exemplare einer *Zalacca* mit sehr sauren Früchten vertreten, und unter den Lianen spielten

die Palmen durch sehr zahlreiche Individuen von ein Paar *Calamus*-Arten, besonders an dem nördlichen Saum des Moorwaldes eine sehr wichtige Rolle.

Zur Erläuterung des Profils Fig. 39 sei darauf hingewiesen, daß die tropischen Lianen häufig einfache Kletterer, nicht windende Pflanzen sind; der untere Stengelabschnitt alter, langer Lianen ist demnach sehr häufig mehr oder minder frei.



Figur 39.



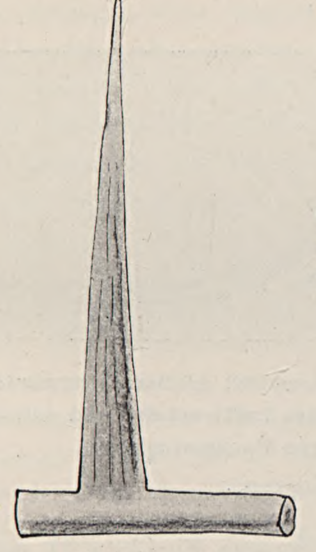
Teil der Figur 38, etwas stärker vergrößert zur Charakterisierung der Vegetationstypen des Moores in der Nähe von Biwak 20./21. III. 1891.

Original, gezeichnet von Koorders.

Die Kräutervegetation war außerordentlich spärlich, sowohl hinsichtlich der Artenzahl wie auch der Individuen. *Gramineae* und *Cyperaceae* fehlten so gut wie vollständig. Meist war der Boden fast nackt und die kleinen Zwischenräume waren zwischen den in gedrängtem Stande überall über die Oberfläche ragenden, aufrecht wachsenden Kniewurzeln und kegelförmigen Atemwurzeln nur durch einige wenig auffallende, kleine Kräuter und sonst nur durch dicke Schichten abgefallener, in Zersetzung begriffener Blätter der Waldbäume bedeckt. Sphagnen fehlten ganz

und andere Moose, sowie Lebermoose, Flechten und krautartige Pteridophyten waren nur sehr spärlich vertreten. Epiphyten fanden sich wegen der Glattstämmigkeit und sehr hohen Verzweigung der Bäume nur in den Kronen der höchsten Bäume.

Die zahllosen, mit braunem, stagnierendem Wasser erfüllten Tümpel waren vermutlich z. T. durch Lichtmangel relativ sehr arm an phanerogamen Wasserpflanzen, dagegen an durch Windbrüche etwas gelichteten Stellen ziemlich reich an Fadenalgen. Im allgemeinen trug die Wasseroberfläche dieser selten mehr wie ein paar Dezimeter tiefen Tümpel keinen Pflanzenwuchs.



Figur 40.

Eine spargelförmige, aufrecht in die Luft wachsende Atemwurzel von einem der Charakterbäume des Moores.

Original von KOORDERS.

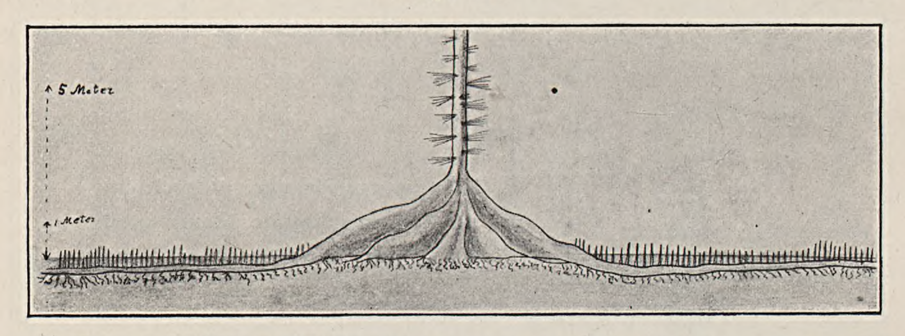
Die Stämme des Moorwaldes hatten alle eine ziemlich glatte Rinde (keine Borke) und diese zeigte, besonders an den unteren Stammteilen, in vertikaler Anordnung eine auffallend große Zahl infolge kräftiger Atmungsfunktion schön weiß aussehender Lenticellen.

Die meisten Stämme der Bäume, und besonders der größten Bäume zeigten in unserem Moorwald neben den erwähnten aerotropischen »spargelartigen« (Fig. 40) und knieförmigen Wurzeln noch drei Charaktere, die speziell erwähnt zu werden verdienen,

nämlich 1. Stelzwurzeln, 2. Brettwurzeln, und 3. horizontal wachsende besenartige Luftwurzeln.

Die Stelzwurzeln und die Brettwurzeln treten in einer so üppigen Entwicklung auf, daß dadurch der Pflanzenphysiognomie ein ganz besonderer Charakter aufgedrückt wird. Zuweilen gehen beide Formen ineinander über, aber im allgemeinen kann man Baumspezies mit ausgeprägten, viele Meter über der Erde ausgedehnten und bis zu 3—4 m hoch an den Stamm heraufreichenden Brettwurzeln beobachten, neben Baumarten, bei denen der 25—30 m hohe Stamm auf einem Gerüst von 2—5 m hohen Stelzwurzeln ruht.

Figur 41.



Einer der Charakterbäume des Moores mit großen Brettwurzeln, horizontal wachsenden »besenförmigen Luftwurzeln« und aufrecht wachsenden, spargelförmigen Pneumatophoren.

Original von Koorders.

Diese brettartigen Stammfußverbreiterungen, Fig. 39 u. 41, und die Stelzwurzeln sind auf dem weichen, schlammigen Boden als Befestigungsmittel zweifellos sehr nützliche Einrichtungen, aber es darf auch nicht übersehen werden, daß durch diese starken Oberflächenverbreiterungen des Stammfußes der Waldriesen die Gelegenheit für Luftaufnahme (durch Lenticellen usw.) sehr erheblich vergrößert wird. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, daß die Brett- und Stelzwurzeln ebenfalls reichlich mit stark funktionierenden, schön weißen, turgeszent ausgestülpten Lenticellen versehen sind.

Die ausgesprochene Vermutung, daß die Brettwurzeln neben

dem Zweck der Unterstützung des Baumes unter Umständen auch noch (und zwar besonders auf sauerstoffarmem Boden) eine Bedeutung haben für Sauerstoffzufuhr, resp. als Atmungsorgan, wird noch dadurch wahrscheinlicher, daß die einzige Baumspezies der Mangrove, welche keine für die Atmung speziell dienenden Pneumatophoren besitzt, nämlich *Carapa obovata*, sich durch hohe, über die Erdoberfläche laufende Brettwurzeln auszeichnet, die auch hier durch eine große Zahl Lenticellen auffallen. Für *Carapa* hat KARSTEN[1]) zuerst auf das Fehlen von Pneumatophoren und das Auftreten von solchen großen Brettwurzeln aufmerksam gemacht; ich habe in verschiedenen Mangrovewäldern des Malaiischen Archipels diese Angabe bestätigt gefunden.

Der dritte oben erwähnte Charakterzug dieser Moorwaldbaumriesen besteht in der außerordentlich üppigen Entwicklung von höchst eigentümlichen Luftwurzeln, welche büschelartig, bis zu einer Länge von ein bis eineinhalb Meter herauswachsen. Daß diese horizontal wachsenden Luftwurzelbüschel (welche ich, wegen der Ähnlichkeit mit einem Reiserbesen, kurz »besenartige Luftwurzeln« nennen will) hauptsächlich dazu dienen, den im Stamm aufsteigenden Saftstrom mit Sauerstoff zu versehen, scheint mir deshalb höchst wahrscheinlich, weil 1. ihr parenchymatischer Bau darauf hinweist und 2. weil die Üppigkeit ihrer Entwicklung und die außergewöhnliche Häufigkeit des Vorkommens dieser »Besenluftwurzeln«, gerade hier auf dem durch konstanten Sauerstoffmangel ausgezeichneten Moorboden besonders hervortritt.

Die Besenluftwurzeln, Fig. 41, zeigen in der Regel weder im Anfange ihrer Entwicklung noch im späteren Alter positiv-geotropische Krümmung wie gewöhnliche Ernährungswurzeln, und ebensowenig negativ-geotropische Krümmungen wie die aus dem sumpfigen Moorboden zeitweise oder immer aufrecht in die Luft wachsenden, spargelförmigen und knieförmigen Pneumatophoren. Die Spitzen dieser Besenwurzeln sind, in Übereinstimmung mit ihrer Atmungsfunktion, über eine große Länge entweder nicht

[1]) KARSTEN, Die Mangrove-Vegetation. (KARSTEN u. SCHENK, Vegetationsbilder, Reihe II Heft 2 Erklärung von Tafel 7—12 [1904]).

oder nur sehr wenig kutikularisiert und schön weiß gefärbt, oder mit zahlreichen, turgeszenten Lenticellen versehen. Es sei aber bemerkt, daß ich derartige Besenwurzeln auch außerhalb des Moores und auch auf Standorten ohne ausgeprägte Bodensauerstoffarmut, sowohl auf Sumatra, wie auch auf Java, beobachtet habe, aber nie so allgemein bei den meisten Individuen und bei den meisten Baumspezies, wie hier in dem geschlossenen Hochwald-Flachmoor, und nie so üppig entwickelt und so kräftig funktionierend wie hier. Es sei bemerkt, daß bei einem der meist kultivierten Alleebäume Javas, nämlich bei *Canarium commune* L., auch bei Kultur auf frischem, sauerstoffreichem Boden besenartige, mehr oder weniger horizontel wachsende Luftwurzelbüschel, sogar bis zu einer Höhe von mehreren Metern über der Erdoberfläche, an dem Stamm eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind; aber während vieljähriger Beobachtungen auf zahlreichen Reisen in den verschiedensten Gegenden von genannter Insel konnte ich wiederholt konstatieren, daß die Wurzelspitzen in den trockneren Monaten eintrockneten und abstarben und nur in Zeitperioden besonders hoher Luftfeuchtigkeit (und nur bei genügender Beschattung) durch große Turgeszenz und weiße Farbe der Spitzen und der Lenticellen ihre Funktion bekundeten. Nun spricht das Vorkommen von besenartigen Luftwurzeln bei *Canarium commune* gerade dafür, daß seine natürlichen Standortsbedingungen vermutlich wohl verschieden sind von denen auf Java, wo diese Spezies nie wild wachsend, sondern immer nur kultiviert beobachtet worden ist. Und dann ist es sehr gut möglich, daß der Besitz von Besenluftwurzeln bei dieser Spezies nur eine vererbte, für diese Art aber nicht unbedingt nötige Anpassung ist. Hierfür spricht noch der Umstand, daß ich, wie oben erwähnt, auf dem beschriebenen Moorboden in Sumatra gerade bei einer dort wildwachsenden, aber von *C. commune* verschiedenen Spezies von *Canarium* eine außergewöhnlich üppige Entwicklung von Besenluftwurzeln beobachtet habe.

G. Karsten und M. Gresshoff[1]) gebührt das Verdienst, die

---

[1]) Karsten und Gresshoff in Karsten, Mangrovevegetation im Malaiischen Archipel. (Bibliotheca botanica Heft 22 1891 S. 41 ff.)

von Göbel[1]) zuerst ausgesprochene Vermutung der Atemfunktion der aerotropischen Wurzeln von *Sonneratia* durch experimentelle Untersuchung erwiesen zu haben. L. Jost hat durch Experimente mit Gewächshauspalmen gezeigt, daß bei zunehmendem Sauerstoffmangel des Bodens reichlichere Bildung von Pneumathoden stattfindet.

Die Sauerstoffarmut und die durch die »Humussäuren« hervorgerufene »physiologische« Trockenheit des Moorbodens[2]) bedingt eine oberflächliche und sehr weit ausgedehnte Entwicklung des gesamten Wurzelsystems; diese konnte an den ziemlich zahlreichen, durch Wind oder Alter umgefallenen, im Walde herumliegenden Baumriesen sehr schön konstatiert werden. Und wie a priori erwartet werden konnte, fehlten Pfahlwurzen hier immer ganz. Die trotz des großen Wassergehaltes des Moorbodens durch den hohen Gehalt an löslichen Humusverbindungen verursachte Schimper'sche physiologische Bodentrockenheit kam auch hier in der besonders reichen Entwicklung der für die Wasseraufnahme resp. für die Ernährung bestimmten flachstreichenden Ernährungswurzeln zum Ausdruck, und im Zusammenhang mit der durch den gedrängten Stand der hier wachsenden Moorwaldbäume gehemmten, räumlichen Ausdehnung der Ernährungswurzeln sind diese rings um jeden Baum zu einer dichten, der Bodenoberfläche flach aufliegenden, rasenfilzähnlichen Decke infolge außergewöhnlich reicher Verzweigung ausgebildet.

Die geschilderte Moorwaldvegetation zeigte sich am deutlichsten ausgeprägt in der Mitte des durchquerten Moorgebiets, und nur allmählich machte die Moorvegetation am südlichen und am nördlichen Rande des Moores für andere Vegetationsformen Platz. Im südlichen Teile ging der Moorwald in einen vorwiegend aus *Gluta Renghas* L. bestehenden, lichten Hochwald über. Dieser *Gluta*-Hochwald befand sich auf dem wiederholt längere Zeit durch stark strömendes Wasser tief überschwemmten, linken Ufer

[1]) Goebel (Berichte der Deutsch. Botan. Ges. IV 1886 S. 255).

[2]) Eine »physiologische Trockenheit« auf Grund des Vorhandenseins von Humussäuren dürfte keine Rolle spielen, sondern nur der O-Mangel. Vergl. p. 53 ff. — P.



des großen Kamparflusses. Auf Seite 524 des gemeinschaftlich mit den anderen Expeditionsmitgliedern geschriebenen Reiseberichtes der ausgeführten Durchquerung von Mittel-Sumatra[1]) findet sich eine Beschreibung eines solchen *Gluta Renghas*-Waldes.

Der nördliche Saum des Moorwaldes kennzeichnete sich dadurch, daß allmählich die charakteristischen Moorwaldbäume mit ihren Atemwurzeln und anderen interessanten Anpassungen an das Leben im Moore mit dem Steigen des aus lehmigem Quarzsand bestehenden Untergrundes allmählich für andere Baumspezies und andere, nicht baumartige Pflanzen zugleich mit auffallender Zunahme von *Calamus*-Arten und anderen Lianen Platz machten. Bei diesen fehlten die physiologischen Anpassungen der Moorpflanzen vollständig oder so gut wie vollständig. Hier an dem nördlichen Saum hatte das Wasser die braune Farbe ganz eingebüßt und war wieder klar und sehr schwach strömend, und bei dem Weiterdringen nach Norden konnte man nunmehr mit einem gewöhnlichen Spazierstock den anorganischen Untergrund fühlen, der in dem eigentlichen Moorwalde sogar mit einem Stock von 6 Meter Länge nicht erreicht werden konnte[2]).

Sowie endlich das aus rein anorganischen Mineralbestandteilen bestehende, trockne, sich ein paar Meter über dem Wasserspiegel erhebende Gelände erreicht war, waren alle Charakterpflanzen des geschilderten Moorwaldes gänzlich verschwunden.

Am 26. März 1891 wurde ein zweiter Flachmoorwald, und zwar bei Pangkalan-Dulei (vier Tagemärsche nordöstlich von dem Kampar-Laubwaldmoor) beobachtet. Ich fand eine physiognomisch und auch systematisch von der früher beschriebenen verschiedene Flora. Die Bäume standen hier nicht so eng wie dort und waren niedriger. Sie erreichten meist nur 5—12 m Höhe und hatten krumme, niedrig verzweigte Stämme mit dichten Kronen. Auch

---

[1]) Dwars door Sumatra. Tocht van Padang naar Siak, onder leiding von den Hooft-Ingenieur der Staats-Spoorwegen I. W. Yzermann, beschreven door de leden der expeditie Yzermann, van Bemmelen, Koorders en Bakhuis (Batavia 1895).

[2]) Es sei daran erinnert, daß Larive bis 9 m Torf-Mächtigkeit angibt. Vergl. S. 185. — P.

hier war die Zahl der Baumspezies nur sehr klein, darunter eine *Anonacee*, ein paar *Eugenia*-Arten und eine *Barringtonia*, sowie eine sehr langblättrige Art von *Pandanus*. Im Zusammenhange mit der geringen Höhe der Bäume und wahrscheinlich mit dem Fehlen verschiedener im Kampar-Moorhochwald vorkommender Baumspezies fand man hier keine großen Brettwurzeln, keine Bäume auf hohen Stelzwurzeln und auch keine Luftwurzeln. Es fanden sich jedoch hier überall zusammen mit den rasenfilzähnlichen Ernährungswurzeln die knieförmigen, aufrecht wachsenden Atemwurzeln, welche rings um jedes dieser Moorwaldbäumchen eine dichte Schicht bildeten, auf welcher sich die abgefallenen Blätter ansammelten. Diese beim Gehen unter dem Fuß elastischen Wurzel- und Blattdecken bildeten gewissermaßen kleine, nur wenige Quadratmeter große Inselchen, und dazwischen fand man einen Schlamm, der zum größten Teile aus Pflanzenresten zusammengesetzt war. Als Unterschied mit dem Hochwaldflachmoor vom Kampar sei noch hervorgehoben, daß in dem Moorwäldchen von Pangkalan-Dulei die Moorbildung anscheinend deshalb so wenig vorgeschritten ist, weil das Bodenwasser an den von mir besuchten Stellen eine wenn auch schwache, doch deutliche Strömung erkennen ließ«.

Soweit Herr Dr. Koorders.

Wenn die tropischen Sumpfmoore ihren Torf so weit angehöht haben, daß der ganze, früher einmal vom Wasser besetzt gewesene Raum von Torf eingenommen wird, so wird der nunmehr einsetzende Pflanzenbestand dem unserer Standflachmoore entsprechen. Ob es schließlich selbst zu Zwischenmooren oder ihnen faciell gleichzustellenden Mooren kommt: das ist ja alles noch unbekannt. Es sind Zwischenmoore vielleicht aber kaum zu erwarten, weil jede Humusbildung über dem ursprünglichen Grundwasserspiegel bei der Hitze und Feuchtigkeit einer zu eifrigen Zersetzung unterliegt. Bis jetzt sind jedenfalls als unter tropischem Klima Torf produzierend nur unser Sumpfmoor bekannt und die S. 189/190 erwähnten afrikanischen Moore. Es ist anzunehmen, daß Sumpfmoore in den Tropen verbreitet sind; leider aber mangelt es an

Untersuchung der Böden und, wie wir gesehen haben, selbst der Flora.

Hochmoore gibt es unter Tropenklima nicht. Die Pflanzen-Gemeinschaft, die im hohen Norden ihre eigentliche Heimat hat, die insbesondere durch die Eigentümlichkeiten der Gattung *Sphagnum* die Entstehung von Hochmooren veranlaßt, spielt unter Tropen-Klima keine Rolle. Die Gattung *Sphagnum* insbesondere ist nur ganz untergeordnet vertreten. Im übrigen ist zu beachten, daß ein Wasser, das in einem wärmeren Klima zu einem Flachmoor Veranlassung geben würde, im Norden, wo das Wasser meist und vielleicht das ganze Jahr hindurch wenigstens zum Teil gefroren ist, nur Hochmoortypen ernähren kann.

Ein Fehler, der immer wieder unbewußt gemacht worden ist, ist der, die weite und auffälligere Entwicklung von Hochmooren in der mittleren gemäßigten Zone mit dem Vorkommen von Humus-Ablagerungen in den Tropen miteinander zu vergleichen, anstatt dies mit den Flachmoor-Vorkommen hier und dort zu tun. Flachmoore sind aber weniger auffällig und waren daher in den Tropen bis jetzt übersehen worden. (Vergl. das Schema Figur 19 auf S. 123 in Bd. II und die Erklärung im Text dazu. Von dem wärmeren Gebiet [links im Profil] bis zum Subarktikum [rechts] nehmen Flachmoore ab und Hochmoore zu.)

8. Schlußbemerkungen über Moore.

Im Prinzip dürfte die Entwicklung von Moor-Geländen auf der ganzen Erde die gleiche sein, nur daß in weitabliegenden Ländern auch vielfach verschiedene Pflanzenarten als charakteristische Elemente der zu unterscheidenden Moortypen auftreten, Pflanzenarten, die aber dann oft genug in den gleichen Moortypen oder -Etappen verwandt sind, jedenfalls aber der generellen Pflanzengemeinschaft der betreffenden Moortypen angehören. Durchaus bestätigen kann ich dies selbst für Canada im Vergleich mit Europa. Um das aber noch mehr näher zu rücken, als sich dies schon aus Angaben im Vorausgehenden ergibt, seien nach einer Abhandlung von Samuel Monds Coulter über nordamerikanische Vegetationen von

Sumpf- und Moor-Geländen die sich ergebenden Vergleichspunkte als Beispiel vorgeführt[1]). Die Pflanzenarten sind hier — nach dem Gesagten — in einem und demselben Moor-Typus: 1. zum Teil dieselben wie bei uns, 2. zum Teil mehr oder minder verwandte Arten, 3. sich gegenseitig stellvertretende, nicht nahe miteinander verwandte Arten.

In einem Moordistrikt am Saint Francis River (NO. Arkansas und SO. Missouri) kann man nach der Auseinandersetzung Coulter's (l. c. S. 55—56 und Liste S. 65—69) die folgenden Zonen feststellen:

1. Zunächst treten im Wasser selbst Wasserpflanzen auf wie *Myriophyllum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans* und die Nymphaeaceen *Cabomba caroliniana*, an sehr ruhigen Stellen kann die ganze Wasseroberfläche dicht bedeckt sein mit der Salviniacee *Azolla caroliniana*; auch *Lemna minor* ist dann gern reich vertreten und auch das Lebermoos *Ricciocarpus natans* kommt vor, beide letzteren auch bei uns an gleichen Örtlichkeiten zusammen auftretend. Wo die hierunter unter 4. und 5. erwähnte Gestrüppzone unterbrochen ist, findet sich *Nelumbo lutea* untermischt mit *Nymphaea advena* in dichten Massen.

2. Als nächste Etappe erblickt man dann Arten der amphibisch lebenden Pflanzengruppe wie besonders *Polygonum densiflorum* und die Rohrgraminee *Zizaniopsis miliacea*. Hier und da ist das *Polygonum* vergesellschaftet mit der Aracee *Peltandra undulata* und besonders der an gleichen Stellen auch bei uns vorhandenen *Typha latifolia*.

3. In der darauf, vom Wasser abgerechnet folgenden Zone nimmt die genannte *Polygonum*-Art noch viel Platz ein und *Peltandra undulata* nimmt zu. *Saururus cernuus* tritt auf, ebenso *Sium cicutaefolium*.

4. Sodann folgt Weiden-Gestrüpp und schnell darauf

5. *Cephalanthus occidentalis*, eine auch aus unseren Gärten her bekannte strauchige Rubiacee.

---

[1]) Coulter, An ecological comparaison of some typical swamp areas (Missouri Botanical Garden. Fifteenth annual report. St. Louis, Mo., 1904 S. 49 bis 71 und viele Abbildungen).

6. Nunmehr kommen wir unmittelbar in den Flachmoorwald oder Sumpfflachmoorwald, der hier als wesentlichsten Baumbestand die Cornacee *Nyssa uniflora* und die Sumpfcypresse *Taxodium distichum* führt.

7. Am Saint Francis River schließen sich, soweit aus COULTER's Angaben ersichtlich, keine hochmoorigen Partieen an, jedoch sind wesentlich mit *Sphagnum* bestandene Hochmoore aus Nordamerika usw. lange bekannt. Wenn wir die Auseinandersetzung des Genannten weiter zugrunde legen, so würde zunächst als zwischenmooriges Gelände mit unseren Zwischenmooren zu vergleichen sein mehrere von ihm weit nördlich von dem erstgenannten River herangezogene »swamp areas« namentlich in Michigan, wo in solchen Revieren vorkommen *Andromeda calyculata* (also wie auch in Europa von Ostpreußen ab nördlich) und andere Ericaceen auch — wie bei uns — insektenverdauende Arten wie *Drosera*, *Sarracenia purpurea* usw.

Auch aus der eingehenderen Auseinandersetzung eines Spezialgebietes von KEARNEY ergibt sich dasselbe (vergl. Bd. II S. 303), ebenso wie aus allen Schilderungen von Botanikern, die fremde Länder bereist haben.

In dem Fall des Hervorgehens eines Hochmoores aus einem durch Moorbildung verlandeten, nährstoffreichen Wasser haben wir schließlich im Profil von unten nach oben immer nährstoffärmer werdende Torfe. C. A. WEBER (1907 S. 27) benennt sie eutrophe (nährstoffreiche), mesotrophe (mittelnährstoffreiche) und oligotrophe (nährstoffarme) Torfe, und dem entsprechen die Pflanzenvereine, die je nach ihren Nahrungsansprüchen an den Boden eutraphente, mesotraphente und oligotraphente sind. Dieselbe Einteilung kann man geographisch vornehmen, denn je weiter wir nach Norden gehen, um so schwerer wird die Ausnutzung der Bodennahrung, d. h. um so leichter entstehen die zum Hochmoor neigenden Moorformen auch auf anorganisch-mineralischem Boden. Die im Vorausgehenden gebotene Klassifikation der Humus-Lagerstätten kann man im großen und ganzen als eine genetische insofern bezeichnen, als die erwähnten Hauptmoorformen in

ihrer Entwicklung in der angegebenen Folge nach- und aufeinander entstehen können. Wenn wir nun noch das nicht selten der Moorbildung vorausgehende Stadium, nämlich das der Sumpfbildung durch Ausfüllung eines Wassers wesentlich mit Sapropelit hinzufügen, so können wir bei uns alle die folgenden Stadien haben:

Wald (als terrestrische Bildung) in zunächst mehr oder minder zwischenmooriger Ausbildung kann entstehen auf einer stärker entwässerten und zusammengesunkenen

Hochmoor-Bildung (auf nährstoffarmen Böden). Wo ein ordentlicher Wald erwachsen konnte, muß das Hochmoor durch Entwässerung zunächst ein

Totes Hochmoor gewesen sein (also eine terrestrische Bildung), das bei dem Überwiegen von Ericaceen ein echtes Heidemoor ist. Vor der Entwässerung ist ein

Lebendes Hochmoor (als semiterrestrische Bildung) vorhanden gewesen und zwar unter Landklima-Verhältnissen ein Landklima-, unter Seeklima-Verhältnissen ein Seeklima-Hochmoor (ein reines Sphagnetum-Moor), dessen trockner Randhang, weil hier das Wasser leichter abfließt, eine

(Pinus-Ledum-)Hochmoorvorzone ist. Dem Sphagnetum-Moor kann vorausgegangen sein eine

Zwischenmoor-Bildung und zwar ein

Scheuchzerietum oder Vaginetum (als semiaquatische B.) oder diesem vorausgehend ein

Mischwald-Moor (als terrestr. B.) aus Kiefern, Fichten, auch *Quercus pedunculata* usw. mit üppigem Ericaceen-Unterholz. Als 1. Zwischen-Moorstadium kann ein

Birkenmoor (terr. B.) vorausgegangen sein. Das Zwischenmoor kann sich entwickelt haben aus einer

Flachmoor-Bildung (auf nährstoffreichem, ausnutzbarem Boden), nämlich zunächst aus einem

(Erlen-)Standmoor (als terr. B.), dem ein

(Erlen-)Sumpfmoor (als semiterr. B.) vorausgegangen sein kann. Wo dieses durch allmähliche Verlandung eines Wassers hervorgegangen ist, geht dem Erlen-Sumpfmoor ein

Röhrichtsumpf voraus und wenn das Wasser die geeigneten Bedingungen für eine Entstehung von Sapropel aufwies, insbesondere stagnierend genug war, kann zunächst ein

Sapropelit-Sumpf resp. ein auf seinem Grunde Sapropelit führendes Gewässer vorhanden gewesen sein.

Die Gesteine (Kaustobiolithe), die sich im Profil aus einer ähnlichen Folge ergeben, würden sein:

		(Streu).
Moor-Torfe		Hochmoor-Torf, z. B. Sphagnetum-, Polytrichetum-Torf.
Moor-Torfe	Können zuweilen Streifen-Torfe sein, in diesem Falle:	Zwischenmoortorf, z. B. Zwischenmoor-Waldtorf (Leucobryum-Torf). Flachmoor-Torf, z. B. Alnetum-Torf, Hypnetum-Torf.
Sumpf-Torfe	Saprokoll-Torfe.	Röhricht-Torf, z. B. Phragmitetum-Torf, Equisetetum-Torf. (Sekundär-allochthoner Torf).
	Sapropelite.	Dopplerit-Saprokoll. Saprokoll. Kalk-Saprokoll. Saprokoll-Kalk. Moor-Kalk oder Saprokoll-Mergel, oder -Ton oder -Sand.

Der durch das vorletzte Profil, S. 207/8, das wir das Hauptprofil nennen wollen, dargestellte Fall ist ein solcher, der sich zwar nur unter besonderen Voraussetzungen verwirklicht, der aber hier ausgewählt wurde, um alle wesentlichen Bildungen, die bei der Moor-Entstehung in Betracht kommen, unter einem einheitlichen Gesichtspunkt darstellen zu können; damit haben wir einen bequemen Überblick über die Verschiedenheit dieser Bildungen gewonnen, der es uns bedeutend erleichtert, Sonderfälle, die übrigens mehr oder minder in dem geschilderten Fall enthalten sind, zu verstehen.

Von der Verlandung eines Gewässers bis zum toten Hochmoor ist unter Verhältnissen, wie wir sie an dem vorausgehend

bei den einzelnen Etappen immer wieder als Beispiel benutzten Moor-Gelände im südlichen Memeldelta und sonst meist erblicken, ein zeitlich sehr langer Weg. Wenn wir hier noch einmal zum Vergleich mit dem vorausgehenden, ziemlich vollständigen Profil übersichtlich alle, auch die kleineren Mooretappen zusammenstellen, so wird besonders auffällig klar werden, wie allmählich die Übergänge von dem einen Moortypus zum anderen stattfinden und wie wenig infolgedessen die Einteilung der Moore — wie die meisten Einteilungen, in die wir aus notwendigen Bequemlichkeitsrücksichten die Naturtatsachen zwingen — überall scharf durchzuführen ist.

Die Kultur schafft im Memeldelta

Hochmoor:

(15.) totes Hochmoor, das durch Entwässerung aus dem
(14.) (lebenden) Seeklima-Hochmoor hervorgeht. Am Rande, vom Hochmoor hinabsteigend, kommen wir zunächst in die
(13.) Pinus-Ledum-Hochmoor-Vorzone, sodann eventuell in eine durch die Vernässung des Randes vom Rüllenwasser gebildete
(12.) Röhricht-Hochmoor-Vorzone. Es folgen dann eine

Zwischenmoor:

(11.) Pinus-(Mittelwald-)Zone,
(10.) Mischwaldmoor-Zone (aus *Picea* usw.),
(9.) Birken-Mischwaldmoor-Zone,
(8.) Birkenmoor-Zone,

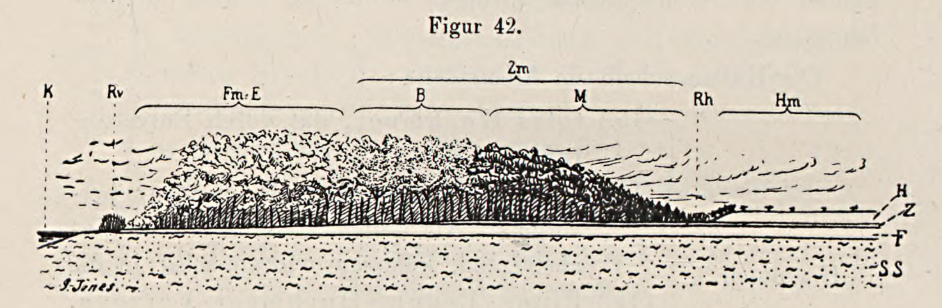
Flachmoor:

(7.) Birken-Erlenmoor-Zone,
(6.) (Erlen-Standmoor-Zone),
(5.) Erlen-Sumpfmoor-Zone,
(4.) Erlenmoor-Vorzone,
(3.) Wiesenmoor-Zone,
(2.) Verlandungs-(Röhricht-)Zone und endlich eine

(1.) Sapropelit-Bank.

Näheres über diese einzelnen Etappen ergibt sich aus den eingehenden Schilderungen im Vorausgehenden. Unsere 4 farbigen Bilder (Tafeln 1—4), die in der numerierten Folge aneinandergepaßt zu denken sind, geben eine Übersicht über das in Rede stehende Gelände. Vergl. die beigefügten Erklärungen und die im Zusammenhang die 4 bunten Tafeln erläuternde Fig. 42, die die Zonenfolge in noch stärkerer Verkürzung, als sie leider schon bei den 4 Tafeln zur Anwendung gelangen mußte, darstellt, zugleich mit überhöhter Einzeichnung des Bodenprofils.

Figur 42.



Schematische Darstellung des Moorgeländes südöstlich Nemonien im Memeldelta, darunter Bodenprofil.

K = Kurisches Haff. Rv = Röhricht-Flachmoor-Verlandungszone. Fm = Flachmoor und zwar Erlenmoor (E). Zm = Zwischenmoor und zwar Birkenmoorzone (B) und Mischwald-Nadelwald-Zone (M). Rh = Röhricht-Hochmoor-Vorzone. Hm = Hochmoor. Im Bodenprofil bedeuten SS = Sapropelfeinsand. F = Flachmoortorf. Z = Zwischenmoortorf. H = Hochmoortorf.

Besonders klar tritt zur Anschauung, daß die Bäume des Geländes nach Maßgabe der Entfernung vom Kurischen Haff und dementsprechend ihrer Annäherung an das Hochmoor immer kleiner werden mit Rücksicht auf die für Gehölzwuchs sich allmählich steigernd ungünstiger werdenden Bodenverhältnisse. Das dargestellte »Waldprofil«, Fig. 43, war an Ort und Stelle mehrfach demonstrativ zu sehen durch die Abholzungen, die einzelne Strecken erlitten hatten. Es reicht leider freilich nur von der Birkenzone links bis zur Hochmoor-Vorzone rechts, ist aber auch so anschaulich genug, um namentlich auch fürs Auge eindringlich zu machen, daß man zwischen Sumpfmoor und typischem Hoch-

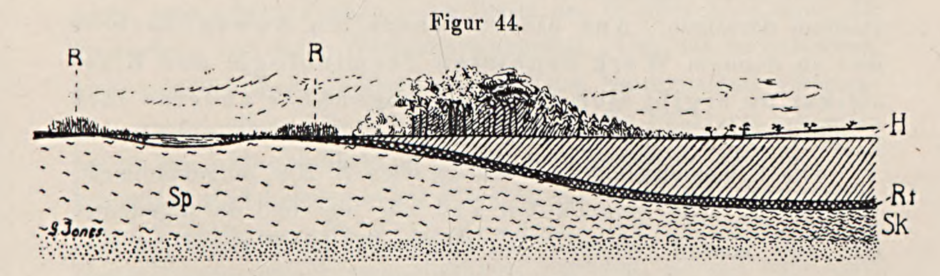
moor so viele Übergangsformen einschalten kann, wie man will; es fragt sich nur: was zweckmäßig ist bezw. welche Intentionen man hat.

Figur 43.



Waldprofil aus dem Nemoniener Hochmoor im Memeldelta.
Für mich aufgenommen von Herrn Otto Roth.

Figur 44.



Profil (schematisch) unter dem Schwarzen See (zwischen R—R) **und in seiner Umgebung bei Liebemühl in Ostpreußen.**

R = Röhricht-Verlandung. H = Hochmoor resp. jüngster Hochmoortorf, links davon Waldmoor, wesentlich zwischenmoorig. Rt = Röhricht-Verlandungs-Torf. Sp = Sapropel. Sk = Saprokoll.

Zum Vergleich mit dem Nemoniener Profil sei in Fig. 44 eines geboten, das die Verhältnisse zeigt bei Verlandung eines Sees durch Schwingmoor. Ich wähle dazu die Verhältnisse, wie ich sie bei dem in Bd. I S. 68 Fig. 9 abgebildeten See bei Liebemühl in Ostpreußen kennen lernte. Die Unterschrift der Fig. 44 ergibt Genügendes. Besonders sei darauf hingewiesen, daß in solchen Fällen natürlich ein allmähliches Einsinken des sich bildenden Torfes durch Zusammenpressung des in dem Beispiel vorhandenen Sapropels stattfindet, so daß sich bei Aufgrabungen in genügender Entfernung von dem noch unverlandet gebliebenen offenen Wasserrest unter dem Torf Saprokoll vorfindet.

Eine jede der in unserem Paradigma S. 209 in schöner Reihenfolge vorhandenen Etappen kann in Zusammenhang mit nur einigen der anderen oder auch ganz allein für sich auftreten, wenn das Gelände nur dieselben Bedingungen für das Gedeihen der Pflanzen-Vereine aufweist, wie die einer jeden der aufgeführten Zonen sie auf dem letzten Stadium der ihr vorausgehenden Zone vorfindet; auch mannigfache andere Ausbildungsformen als die oben angeführten sind je nach den Umständen vorhanden, wie Beispiele im Vorausgehenden gezeigt haben: es sei nur an die Landklima-Hochmoore, die tropischen Flachmoore, die Flechtenmoore des Subarktikums usw. usw. erinnert. Immer aber lassen sie sich als Flachmoore, Zwischen- oder Hochmoore erkennen oder als Zwischenstadium derselben. Aus dieser generellen Anwendbarkeit der in diesem Werk benutzten Terminologie und Klassifikation ergibt sich ebenfalls gegenüber anderen ihre größere Zweckmäßigkeit.

Die Erlenstandmoorzone wurde oben S. 209 eingeklammert, weil sie in dem vorgeführten Fall nur hier und da angedeutet ist. Der Kampf zwischen den Einflüssen des Wassers des vorrückenden, jetzt freilich durch die Kultur an den meisten Stellen am Rande getöteten Hochmoores und denjenigen des Wassers aus dem Kurischen Haff, das bei steigendem Wasserstand ins Erlensumpfmoor läuft, ist oder besser war an unserem Moorgelände gut zu studieren. Der Übergang des Sumpfmoorgeländes zum

Zwischenmoor und dieses zum Hochmoor ist hier ein besonders schneller und darauf mag die untergeordnete Vertretung der oben als Nr. 6 angegebenen Zone ebenfalls hinweisen. Die Hochmoor-Einflüsse haben an Boden gewonnen. War doch im südlichsten Teile des Meßtischblattes Nemonien das Hochmoor bereits bis auf wenige 100 m von der Küste des Kurischen Haffs herangerückt.

Von dem Hauptprofil noch wesentlicher abweichende Entwicklungsformen ergeben sich z. B., wenn die Moor-Bildung von einem Wasser ausgeht, dem ständig Kalk zugeführt wird, wie das an geeigneten Stellen buchtenreicher Flüsse beobachtet werden kann. Es wird dort zur Bildung eines reinen Faulschlammes ebensowenig kommen wie im Kurischen Haff, im Frischen Haff u. dergl., wie im Jamunder See, Buckower See usw. (alles ähnliche Haffe und Seen an der Ostseeküste), weil in diese Gewässer besonders Feinsandsediment sich dem entstehenden Sapropel beimengt. Nehmen wir an, daß der Fluß seine Ufer periodisch und zwar mit Eisgang oder stark fließendem Wasser überschwemme, so wird noch eine fernere Variation in unserem Hauptprofil eintreten: es wird nämlich nach der Bildung von Sumpftorf kein Waldtorf entstehen können, weil das Eis oder stark fließende Wasser das Aufkommen von Gehölzen verhindert, ebenso wenn der Boden gleich so stagnierend wird, daß Gehölze — wenigstens die unsrigen — nicht aufwachsen können. An Stelle des Waldes wird dann die Sumpfflora von einer Wiesenflora abgelöst. Um das zu bemerken, sind natürlich Stellen aufzusuchen, die den Naturzustand erläutern: dazu gehört einige Übung, denn man muß die Fähigkeit erworben haben, die Kultureinflüsse in Gedanken abziehen zu können. Insbesondere sind heute so viele Strecken entwaldet, die unter natürlichen Verhältnissen Bäume tragen würden, daß sich jetzt auch dort Moor-Wiesen und Wiesen überhaupt befinden, wo mit oder ohne Überschwemmung doch kein Eisgang oder schnell fließendes Wasser usw. die Bewaldung stört. Die Wiesenmoore sind also bei uns jetzt meist eine »geologische Facies« der Waldmoore. Wir hätten also, z. B. wenn wir 2 Fälle vergleichen:

See mit (schwindendem) Kalkgehalt:	Bewegtes Wasser mit (dauerndem) Kalkgehalt. Mit Eisgang od. dergl.
usw. ↑ 3. Waldtorf	usw. ↑ 3. Wiesentorf
2. Sumpftorf	2. Sumpftorf
1c. Faulschlamm 1b. Kalk-Faulschlamm 1a. Seekreide	1. Kalk-Faulschlamm oder Faulschlamm-Kalk

Diese Verschiedenheit in der faciellen Entwicklung der Schichten ist oft noch dadurch auffallend, daß der gebildete Wiesentorf in dem gedachten Falle gern mit mineralischen Sedimenten untermischt sein wird, die von dem Wasser mitgeführt und zum Teil auf den Moor-Wiesen abgesetzt werden.

Andere Fälle sind gegenüber dem Hauptprofil mehr oder minder abgekürzte. Vor allem ist in dieser Beziehung auf einen der für Nord-Deutschland und Nord-Europa überhaupt charakteristischsten hinzuweisen, bei welchem die Torfbildung keineswegs immer ihren Ausgangspunkt von Wasser bedeckten Stellen aus nimmt. Im Gegenteil: die meisten und die größten sind (vergl. S. 2) auf dem Trocknen entstanden.

Einem Heidetrockentorf-Gelände, das wie ein abgestorbenes Hochmoor aussieht, braucht nämlich durchaus nicht ein Sphagnetum-Moor und diesem braucht keineswegs ein Zwischenmoor und diesem ein Flachmoor in der Entstehung vorauszugehen. Ein Hochmoor kann vielmehr ohne jede vorausgängige andere Moorbildung für sich auf nacktem Sandboden (Bleichsand) entstehen: es müssen nur die Bedingungen für das kräftige Wachstum der Hochmoorpflanzen-Gemeinschaft verwirklicht sein. Diese sind wesentlich 1. nährstoffarme Böden und 2. hinreichende Luftfeuchtigkeit. Wo beides vorhanden ist, überzieht sich der Boden zunächst mit der Heide-

vegetation, deren absterbende Teile einen Humus (Trockentorf) hinterlassen, der anwachsend schließlich einem reinen *Sphagnetum* den Boden bereiten kann, wenn nämlich Seeklima herrscht. Wir haben in diesem Fall sofort eine Hochmoorbildung mit Sand-Untergrund. Wir haben in dem geschilderten abgekürzten Fall das Profil:

Sphagnetum-Torf

Heide-Trockentorf

Bleichsand.

Sobald durch irgend welche Umstände, z. B. stauendes Wasser, ein Hochmoor wesentliche Nahrungszuflüsse erhält oder etwa durch die Verlegung eines mineralreichen Wassers, das eventuell Sedimente (Lehm usw.) mitbringt, so wandern sofort Pflanzengemeinschaften ein, die in solchen Fällen in der Konkurrenz um die Plätze den Hochmoorpflanzen überlegen sind, und wir erhalten den Fall, daß ein Flachmoor auf einem Hochmoor entsteht. Profile durch Torflager solcher Moore weichen durch diese Umkehrung natürlich am stärksten vom Hauptprofil ab.

Ein solches Profil wurde übrigens schon seinerzeit von J. R. Lorenz (Zeitschrift Flora 1858) von 2 Mooren am Oberbrummer See im Salzburgischen beschrieben, die beide das folgende Profil zeigen:

6. Hochmoortorf

5. Flachmoortorf

4. Moorkalk

3. Hochmoortorf

2. Flachmoortorf

1. Moorkalk.

Nach Lorenz' Untersuchung hat sich nach Fertigstellung von Schicht 3 der Wasserspiegel des anstoßenden Sees wesentlich gehoben, so daß von neuem zunächst Seekreide (Moorkalk) gebildet wurde und dann wiederum zunächst Flachmoortorf, sodann Hochmoortorf.

Es würde für unseren Zweck nicht von Belang sein, alle Profile, die sich bei den Moor-Bildungen ergeben können, anzuführen; es kam nur darauf an, zu zeigen, wie die Moor-Bildung im allmeinen vor sich geht, ihre Bedingungen kennen zu lernen, die Verschiedenartigkeit der letzteren zu erläutern, die die Verschiedenheit der Moorprofile erklärt und hiermit darauf hingewiesen zu haben, daß auch die Produkte, die Torfe, in ihrer Zusammensetzung sowohl betreffs der Pflanzenarten, aus denen sie entstanden sind, als auch — und zwar zum Teil infolge der Verschiedenartigkeit der Pflanzengemeinschaften — betreffs ihrer chemischen Beschaffenheit.

9. Torflager unter Bedeckung.

Das p. 215 unten angegebene Profil ist ferner lehrreich, weil es zeigt, wie ein Hochmoortorf-Lager zur Erhaltung als subfossiles Lager gelangen kann. Nach der Genesis der Flach- und Hochmoore sind aber naturgemäß die ersten zur dauernden Erhaltung als subfossile, dann fossile Torflager zunächst prädestiniert.

Nachträglich von tonigen oder sandigen Massen überschüttete Moore sind namentlich in den Strandzonen häufig. Geraten Moore durch Erdbewegungen unter das Meerwasser oder hat das Meer etwa bei Hochfluten Gelegenheit, Torfmoore mit Sedimenten zu überschütten, so erhalten wir Humusablagerungen, die durch Meeresablagerungen bedeckt sind, was sich oft durch das Vorhandensein von Meerestierresten in diesen Deckschichten zu erkennen gibt. Auch das unmittelbar Liegende der Torflager kann ein Meeresabsatz sein, und schließlich kann auch der Torf selbst Reste von Meerestieren enthalten, die aktiv hineingedrungen sind. So habe ich wiederholt in den in Rede stehenden, unter den Meeresspiegel geratenen Torfen Bohrmuschellöcher gefunden und Reste der Bohrmuschel und noch lebende Tiere. Bequem läßt sich diese Beobachtung gelegentlich an ausgeworfenen Torfstücken machen. Und bei alledem handelt es sich um einen auf dem Lande entstandenen Torf aus Landpflanzenarten!

Untermeerischer Torf ist unter dem Namen Meertorf (Strandtorf, Litoraltorf, Mar Törv der Dänen) bekannt, auf Sylt heißt er Tuul. Alle diese »Meertorfe« — sie sind sehr häufig — gehören zu Mooren, die unter den Wasserspiegel des Meeres geraten sind. Oft kann man solche Untermeer-Moore,

Figur 45.



Bei Ebbe trocken gelaufenes submarines Torflager südlich von Westerland auf Sylt.

Nach J. Reinke.

wenn sie oberflächlich liegen, an der Nordsee bei Niedrigwasser hervortreten sehen, Fig. 45, und auch an der Ostsee sind sie oft ohne weiteres zu beobachten, Fig. 46. Sie sind lange bekannt. Schon A. v. Chamisso hat die »Meertorfe« als Landtorfe erkannt und Grisebach sagt (1846 S. 83): »Von Schleswig bis zur Schelde liegen allgemein unter den See-Alluvien Torflager« (von Darg).

Auch L. Meyn (Sylt 1876 S. 69 und 70, vergl. auf S. 137) ist es nicht entgangen, daß der Tuul ein Landmoortorf ist. Er sagt u. a.: »Ich habe hunderte von Schollen dieses Torfes, welche am Strande lagen, genau untersucht und bin seit vielen Jahren mit der inneren Beschaffenheit der Moore auf einer großen Ausdehnung der norddeutschen Ebenen bekannt, es ist mir aber, bei

Figur 46.



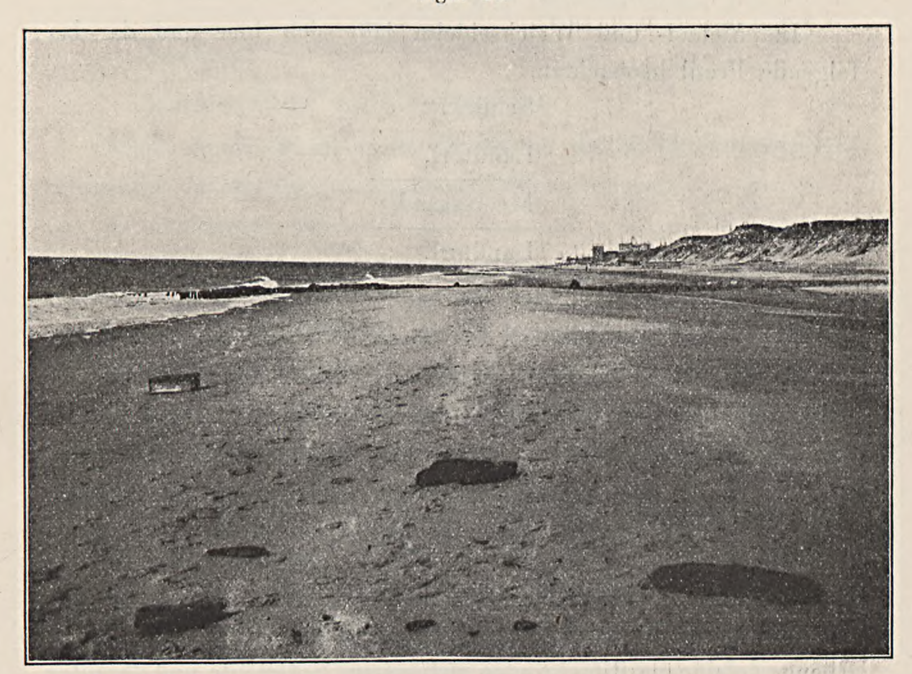
Untermeermoor mit Baumstubben an der Ostseeküste bei Leba in Hinterpommern.

Nach einer zur Verfügung gestellten Photographie.

Vergleichung beider, auch nicht der leiseste Zweifel über den völlig identischen Ursprung beider geblieben.« Es sind ganz gewaltige Torfmengen und Moorflächen untergegangen. So hat das Wattenmeer große Quantitäten Salztorf (vergl. Bd. II, S. 11) hergegeben. »Noch im Winter 1870/71 — sagt Meyn (Sylt 1876 S. 69) — sind mehr als 400 Fuder des untermeerischen Torfes von dem Strand in die Dörfer gefahren, und Ähnliches geschah schon in den ältesten

Zeiten.« Eine ausführlichere Liste gibt FRÜH (1885 S. 680), dem nach der Literatur und durch Untersuchung von Materialien submarine Landtorfe bekannt geworden sind von der französischen Küste von Biarritz bis zur Somme, der belgischen, holländischen, deutschen, dänischen, schwedischen, englisch-schottischen und von irischen Küsten. Ich selbst kenne sie von einer ganzen Reihe von

Figur 47.



Torfgerölle, ausgeworfen vom Meere von einem in der Nähe des Strandes unter Wasser anstehenden Torflager südlich Westerland.

Für mich 1910 aufgenommen von Herrn OTTO ROTH.

Stellen an der Nord- und Ostsee, Fig. 47. Diese untermeerischen Landtorfe sind natürlich meist von Meeressedimenten bedeckt, so im Wattenmeer von Schlick mit Meerestieren. Vergl. MEYN (Sylt 1871 S. 67 und S. 137—138) oder wie z. B. im folgenden Profil nach E. ERDMANN[1]) von Strandmaterial.

---

[1]) In GUNNAR ANDERSSON, Växtpaleontologiska undersökningar af svenska torfmossar. (K. svenska vet.-akad. Handlingar Bd. 18, Afd. III, No. 8, Stockholm 1893.)

»Strandgrus« (gegen 1 m mächtig),

»Torf«,

»Gyttja«, also ein Sapropelit,

»Torf«,

»Gyttja«,

»Hvarfvig mergel«.

Im Memel- und Weichseldelta läßt sich hier und da das folgende Profil beobachten.

Schlick,

Landtorf,

Meeressand,

Landtorf.

Im Elbdelta wird das Kedinger Moor von Schlickbänken unterbrochen, deren Material bei Hochwasser abgesetzt wurde.

An den Nordseeküsten findet man ebenfalls vielfach marines Alluvium über Landtorf-Lager. So im Deltagebiet der Schelde:

zu oberst Alluvial-Schlick (1 und mehr Meter mächtig) mit marinen Tierresten,

1—1,50 m Landtorf,

Sand und Ton mit marinen Tierresten.

Weiter westlich bei Watten (Pas-de-Calais) in der »maritimen Ebene« (plaine maritime) finden sich marine Sedimente und darunter ein Landtorf-Lager, das menschliche Werkzeuge aus der Steinzeit enthält, darunter, unmittelbar unter den marinen Schichten finden sich Topfscherben und römisch-gallische Münzen, deren jüngste aus dem Ende des 3. Jahrhunderts n. Chr. stammen. Hier hat also nachher ein weitgehender Meereseinbruch stattgehabt. Gegen das 7. Jahrhundert war die Küste so angehöht, daß Torf-Bildung von neuem Platz greifen konnte, um 500 Jahre später wiederum einem 2 m mächtigen marinen Sande Platz zu machen. Hier sind

gewiß Boden-Bewegungen die Ursache für diese Veränderungen gewesen.

In der »plaine maritime« bei Watten (Pas-de-Calais) ist 2 m über dem Meeresspiegel (also nachträglich wieder gehoben) z. B. das Profil zu beobachten. (GOSSELET und LADRIÈRE, Ann. soc. géol. du Nord 1893).

Marine Sedimente { Sand mit *Cardium edule*, 1 m; Ton mit *Hydrobia ulvae*, 1 m,

Landtorf,

Mariner Sand mit *Cardium edule*.

Noch weiter westlich, im Nordosten der Bucht von Morlaix (Finistère) findet sich (C. CAYEUX 1907):

Mariner Sand,

Flachmoortorf mit *Arundo phragmites*,

Mariner Sand,

Flachmoortorf mit *Arundo phragmites*.

Gelegentlich finden sich auch weit draußen in der offenen See Untermeer-Landtorflager. Wie mir diesbezüglich mein Kollege Dr. W. WOLFF mitteilt, kommen an verschiedenen Stellen des Nordseebodens weit außerhalb der nördlichen deutschen und westlichen dänischen Küste in Wassertiefen bis zu etwa 60 Metern anstehende Torfe vor. Ein Altonaer Fischdampfer dretschte vor einigen Jahren derartigen Torf auf der kleinen Fischerbank weit westlich von Jütland. Im April 1912 dretschte ein Fahrzeug der Kgl. Biologischen Anstalt auf Helgoland einen von Bohrmuscheln bewohnten Flachmoortorf etwa 30 Seemeilen nordwestlich von Helgoland in 36 m Wassertiefe und sandte Proben davon an die Kgl. Geologische Landesanstalt. Ich habe den Torf gesehen: es kommen u. a. *Arundo phragmites*-Rhizome und Hölzer darin vor.

Um auch ein uns fernerliegendes Beispiel zu erwähnen, sei nach LYELL mitgeteilt, daß Bestände von *Arundinaria macrosperma* am Mississippidelta vorkommen, die Meeresaufschüttungen mit Entenmuscheln besitzen.

Die Tatsache, daß es sich heute in dem Vorkommen von submarinen Landtorfen, bedeckt und unterlagert von Meeressedimenten, um eine allgemeine Erscheinung handelt, ist von besonderer Wichtigkeit zur Erklärung der Genesis von fossilen Kohlen aus Landpflanzen; auch hier kommen gelegentlich mit ihnen in den hangenden und liegenden Gesteinen Meerestiere vor, deren Vorhandensein daher nicht ohne weiteres ausgenutzt werden darf, nun die Kohlen ebenfalls als marinen Ursprungs anzusehen (vergl. meine »Entstehung der Steinkohle« 1910 5. Aufl. S. 187 ff.).

10. Kultureinflüsse auf Sumpf und Moor und ihre Folgen auf Klima und Wasserhaltung.

Sehr zutreffend schrieb mir der Professor der Geographie am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich Herr J. Früh einmal: »Wir stehen im Zeitalter großer Entwässerungen, anthropomorpher Umformungen.«

Diese Tatsache wird eindringlich gemacht durch das Studium unserer Gewässer, Sümpfe und Moore: geradezu erschreckend für den Naturfreund, der es wünschte, daß zukünftigen Geschlechtern wenigstens etwas von der ursprünglichen, eigentlichen Natur erhalten bliebe, für den, der die Empfindung hat, daß der Mensch auch ein Recht an der unverfälschten Natur hat.

Überall haben im Dienste von Forst- und Landwirtschaft tiefgreifende Veränderungen stattgefunden oder sind im Gange, mindestens ist so gut wie überall, wo Menschen wohnen oder gewohnt haben, der Versuch zu meliorieren gemacht worden, und so wurde die ursprüngliche Natur vernichtet oder mehr oder minder arg gestört.

Durch Kanalisationen, Ausbaggerungen, Wasserspiegelsenkungen und Ablassen von Seen und Teichen[1]) werden Faulschlamm-

---

[1]) Bezüglich des Verschwindens von Seen durch die Kultur siehe u. a. die Zusammenstellung von W. Halbfass in seiner Abh. »Klimatologische Probleme im Lichte moderner Seenforschung« (Jahresber. des Gymnasiums zu Neuhaldensleben 1907).

(Sapropel-) Bildungen beseitigt oder es wird ihre Weiterbildung unterbrochen, ebenso die der Moore, die im Begriffe standen, viele dieser Gewässer vollständig auf natürlichem Wege zu verlanden.

Wo die brandende Tätigkeit des Wassers Küstenstrecken zerstört, wird nach Möglichkeit durch Schilfrohrpflanzungen wie z. B. am Stettiner Haff und sonst im Ostseegebiet, ebenso am Bodensee usw. das Land geschützt oder gelegentlich gar Land gewonnen. Im Interesse der Fischwirtschaft wird andererseits Schilfrohrbestand zerstört, weil sich Teiche mit weniger Schilfrohr schneller erwärmen[1]; auch werden die Schwingmoorbildungen auf der Luvseite von Seen, um ihre Verlandung usw. zu verhindern, beseitigt.

Hermann Walser hat auf Grund eines Vergleichs einer guten älteren Karte (der Gygerkarte) des Kantons Zürich nachgewiesen[2], daß wesentlich durch »das Überwiegen der der Raumgewinnung wegen seefeindlichen Interessen der Bevölkerung über die seeerhaltenden Interessen« es kommen konnte, daß in dem genannten Kanton »eine lange Reihe von Jahrtausenden nicht genügt hat, alle wassererfüllten Becken des Gebietes auf natürlichem Wege zum Verschwinden zu bringen, während innerhalb der letzten 250 Jahre fast 50 v.H. der kleinen Seen der Gygerkarte erloschen«. Von 149 sind die kleinen Seen im genannten Gebiet auf 76 herabgegangen. Und dabei ist zu berücksichtigen, daß die aus 56 Blättern bestehende Gygerkarte sehr viele Wasserspiegel angibt, »von denen auf der modernen Karte entweder gar nichts mehr, oder nur eine dürftige Spur in der Form einer Ortsbenennung wie Weierthal, Bibersee, Weier, Egelsee, oder aber, und zwar in den meisten Fällen, in Form einer Signatur für sumpfiges Gelände sich findet.«

Eine ähnliche Untersuchung hat Georg Breu für ein anderes Gebiet angestellt[3]. Er zählt Bayerns in historischer Zeit er-

[1] Vergl. z. B. Rössing in der Fischerei-Ztg. Neudamm 30. III. 1907, S. 201.

[2] Walser, Veränderungen der Erdoberfläche im Umkreis des Kantons Zürich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts. Bern 1896.

[3] Vergl. Breu in den Verh. des 16. Deutschen Geographentages. Berlin 1907 S. 334 ff. u. Berichte des naturwiss. Ver. zu Regensburg. 1908 S. 23—46.

loschene Seen auf. Seine Liste umfaßt in Südbayern 33, in Nordbayern 31, darunter den bekannten Fichtelsee im Fichtelgebirge auf der Wasserscheide zwischen der Fichtelnab und dem Main, der einst eine Größe von 241 ha besaß. Außer den namentlich aufgeführten Seen gibt es natürlich noch viele hundert, falls man alle kleinen Fischteiche usw. mit aufführen wollte. Breu betont, daß in erster Linie nicht natürliche Ereignisse, sondern das Eingreifen des Menschen das Eingehen so vieler Wasserflächen veranlaßt hat.

Hier handelt es sich aber nur um kleinere Seen. Hochmoore aber, die oft sehr große Flächen einnehmen, sind im allgemeinen viel leichter zu entwässern — — — und das ist ausgiebig geschehen.

Der Fernerstehende wird zunächst an die Zerstörung der Moore durch Ausbeutung des Torfes denken und früher war die Torfproduktion auch in Norddeutschland recht beträchtlich; vor einigen Jahren betrug sie in Rußland nach Larson und Wallgren jährlich noch rund 4 Millionen Tonnen, die Tonne zu 20 Zentnern, in Holland und Schweden je über 1 Million usw.; aber so groß diese Zahlen auch sein mögen: sie bedeuten nur sehr wenig gegenüber den — wenn auch ganz gelegentlich mißglückten, aber, wie gesagt, an Hochmooren leicht zu bewerkstelligenden — Entwässerungen und Entwässerungsversuchen, die man überall an Mooren beobachten kann, sei's um später abzutorfen, den Torf sonst für einen bestimmten Zweck zu gewinnen oder um das Gelände urbar zu machen, als Wiesen- oder Ackerland zu gewinnen. Stellenweise, wie z. B. in Bayern, ist infolge seiner noch größeren Regenhöhe als sie Nordwest-Deutschland besitzt, die Entwässerung etwas schwieriger, aber auch hier durch alte Kultur sehr weit vorgeschritten.

Über das allernördlichste Deutschland haben wir über Torfbenutzung schon eine fast 2000 Jahre alte Nachricht, nämlich von Plinius dem Älteren. Er schreibt in seiner »Historia naturalis« (16, 1—2) von den »Chauken«: »Ein bedauernswürdiger Volksstamm wohnt an den Ufern des Meeres, das zweimal binnen Tag

und Nacht unübersehbare Strecken überflutet, auf Erdhügeln[1], die nach den Erfahrungen der höchsten Flut erbaut sind[2]. Wenn das Wasser die Umgebung überschwemmt, dann gleichen ihre Hütten Schiffenden, Schiffbrüchigen, aber, wenn das Wasser zurückgegangen ist. . . . Mit den Händen formen sie feuchte Erde[3] und trocknen sie mehr durch Wind als durch die Sonne, und mit dieser Erde kochen sie ihre Speisen und wärmen ihre vom Nordwinde erstarrten Glieder[4]. Hiermit sind deutlich die Nordseeküsten des heutigen Deutschland gekennzeichnet, mit ihrer Ebbe und Flut. Mit der zum Feuermachen dienenden »feuchten Erde« kann nur Torf gemeint sein.

Die Gewinnung von Torf ist demnach sehr alt und damit der Beginn zur Vernichtung der Moore. Norddeutschland war ursprünglich durch das Vorhandensein vieler Sümpfe und großer Moore ausgezeichnet. Schon CORNELIUS TACITUS sagt 98 n. Chr. in seiner »Germania« (5), das Land sei »im allgemeinen mit finsterem Urwald oder wüsten Sümpfen«[5] bedeckt, und PROKOP[6] gab einige Jahrhunderte später von Niederrhein an: dort befänden sich Sümpfe, in denen zu alten Zeiten die Germanen wohnten. Oft genug haben die Römer die Moore durch Holzdämme überquert, wovon die jetzt durch die Erhöhung des Torfes weit im Innern unter der heutigen Oberfläche der Moore gut erhaltenen noch vorhandenen Balken und Knüppel Zeugnis ablegen. Es ist charakteristisch, daß die Römer diese Dämme nicht als Straßen, sondern als »lange Brücken«, pontes longi, bezeichneten.

Nach Angabe der Historiker wurde die Trockenlegung der Moore und Sümpfe im Brandenburgisch-preußischen Staat besonders seit dem Einzug des Christentums zur Zeit ALBRECHTS DES

[1] Den »Warften« oder »Werften« der heutigen Hallig-Bewohner!

[2] . . . tumulos obtinet altos ceu tribunalia extructa manibus ad experimenta altissimi aestus.

[3] lutum.

[4] . . . ventis magis quam sole siccantes terra cibos et rigentia septentrione viscera sua urunt.

[5] . . . in universum . . aut silvis horrida aut paludibus foeda . . .

[6] Gothenkrieg, Abschnitt 12.

BÄREN (1134—1170) energischer ins Werk gesetzt. Große Moore waren aber noch oft Hindernisse beziehungsweise Schutzmittel bei der Kriegführung. So war für die Friesen der Nordseeküste — das ist ja der ursprüngliche Sitz der »Chauken« —, das Moorgebiet im Süden ihrer Heimat ein wichtiger Schutz gegen Einfälle. Im Spreewald, jenem großen Erlenbruch, der zum Teil Moor ist, sitzen bekanntlich heute noch Wenden (Sorben, wie sie sich selbst nennen), die ihre alte Sprache beibehalten haben, und dasselbe ist der Fall mit den Litauern im Memeldelta.

Der 70 km lange Havelländische Hauptkanal, angelegt 1718 bis 1725 unter FRIEDRICH WILHELM I., dient in erster Linie der Entwässerung der großen Moorgelände des Havellandes. Das Nieder-Oderbruch wurde 1747—56 unter FRIEDRICH DEM GROSSEN entwässert und urbar gemacht und später die Warthe- und Netzebrücher. Mitte des vorigen Jahrhunderts, unter FRIEDRICH WILHELM IV., war immerhin noch so viel unkultiviertes Land vorhanden, daß damals (von 1849—51) nicht weniger als rund 11 500 qkm Landes urbar gemacht werden konnten. In Ostpreußen scheint Torf nach einer Angabe HEINR. HAGEN's erst seit rund 200 Jahren gewonnen zu werden. Dieser Autor sagt nämlich[1]) 1761 (S. 3): »Seit etlichen 40 Jahren hat ein aus Dännemarck gebürtig gewesener Papiermacher-Geselle, ... den allerersten Torfgrund in Preußen entdeckt, und gewiesen, wie man es machen müsse, den Torf zu stechen, ihn geschicklich zum Trocknen aufzusetzen und dadurch zur Feuerung bequem zu machen.« Heute aber gibt es bei uns selbst in Ostpreußen kein ordentliches Moor, das nicht durch die Kultur angeritzt oder beeinflußt wäre. Die seit 1876 bestehende preußische Zentral-Moorkommission, als beratendes Organ des Landwirtschaftsministers und andere Organisationen sorgen eifrig weiter für die vollständige Vernichtung des in wissenschaftlicher Beziehung so sehr interessanten Landschaftstypus der Moore. Im preußischen Abgeordnetenhause teilte der Landwirtschaftsminister am 13. Februar 1912 mit, daß seit 1856

[1]) HAGEN, Abhandlungen chemischen und physikalischen Inhalts, herausgegeben von K. G. HAGEN, Königsberg 1778.

440 Millionen Mark vom Staat verausgabt wurden für Zwecke der Meliorationen, unter denen die der Moore einen hervorragenden Anteil ausmachen. So ist es denn in der Tat höchste Zeit daran zu denken, eine der charakteristischsten Geländeformen unserer Heimat an passenden Stellen in hinreichender Ausdehnung dauernd zu erhalten: eine Landschaftsform, die, — wo sie uns jugendfrisch in ihrer natürlichen Kraft entgegentritt — zu den stimmungsvollsten gehört, die die Erde bietet.

Früh berechnet für die Schweiz[1]) 5464 größere »Sümpfe und Moore«, die ehemals vorhanden gewesen sind, von denen aber heute nur noch 2083 der Kultur noch nicht vollständig unterlegen sind: 3381 sind demnach bis jetzt schon verschwunden.

Unter diesen Umständen ist es beim Studium von Mooren eine Pflicht, sich ständig zu bemühen, Einflüsse der Kultur zu erkennen, wohin u. a. außer der Entwässerung gehören: Düngung, künstliche Übersandung (= »Sanddeckkultur«, »Moordammkultur«) oder wie bei den Mooren der Marschgebiete Beschüttung mit Wühlerde, oder, wie es in den Marschen heißt, »Kuhlerde«, weil dort durch Anlage von Gräben und Gruben (»Kuhlen«) kalkhaltiger Boden des Untergrundes zum Meliorieren benutzt wird (»überkuhlen«), oder es wird auch Seeschlick dazu genommen, womit das »Überkleien« stattfindet. Ferner ist zu achten auf die Ausbaggerung von tiefer liegenden Mooren zur Herstellung von Seen, wie z. B. in der Kolonie Grunewald und in Zehlendorf bei Berlin, oder zur Herstellung von Fischteichen, wie u. a. vielfach in der Lüneburger Heide.

Wo sind unter diesen Umständen die Zeiten geblieben, da es in Deutschland noch möglich war, sich draußen, z. B. in unserem moorreichsten Landteile, in Nordwest-Deutschland, eine ordentliche Vorstellung von einer Moorlandschaft und ihrer Erhabenheit zu bilden, wie das seinerzeit an so sehr vielen Punkten möglich war? Noch 1846[2]) konnte A. Grisebach dort diese Vorstellung ge-

---

[1]) Früh, Die Moore der Schweiz. Bern 1904 S. 250.

[2]) Grisebach, Über die Bildung des Torfs in den Emsmooren. Göttingen 1846.

winnen. »An der hannoverisch-holländischen Grenze — sagt er — habe ich, zwischen Hesepertwist und Ruetenbrock das pfadlose Moor von Bourtange überschreitend, einen Punkt besucht, wo, wie auf hohem Meere der ebene Boden am Horizont von einer reinen Kreislinie umschlossen ward und kein Baum, kein Strauch, keine Hütte, kein Gegenstand von eines Kindes Höhe auf der scheinbar unendlichen Einöde sich abgrenzte. Auch die entlegenen Ansiedlungen, die, in Birkengehölzen verborgen, lange Zeit noch wie blaue Inseln in weiter Ferne erscheinen, sinken zuletzt unter diesen freien Horizont hinab. Dieses Schauspiel, auf festem Boden ohne seinesgleichen überallhin auf abgerundete Heiderasen und über dem Schlamm gesellig schwebende Cyperaceen das Auge einschränkend, zugleich das Gemüt mit der Gewalt des Schrankenlosen ergreifend, versetzt uns in ursprüngliche Naturzustände, wo eine organische, jedoch einförmige Kraft alles überwältigend gewirkt hat.« Aber GRISEBACH versäumt nicht die auch damals schon weitgehenden Einflüsse der Kultur auf das Bourtanger Moor hervorzuheben, und jetzt — ich habe das Gelände zuletzt im Herbst 1907 besucht — gehört schon einige Phantasie dazu, um sich die ursprünglichen Zustände wieder zu vergegenwärtigen.

Um sich von der Bedeutung eine Anschauung zu machen, welche die Moore für das gesamte Landschaftsbild Nordwest-Deutschlands im Gebiet der Ems besessen haben, empfiehlt O. DRUDE[1]) sehr gut das Studium »der in ihrer schlichten Eintönigkeit anziehenden und überraschenden Generalstabskartenblätter des Papeschen Atlas von Hannover und Braunschweig.«

So ist es denn für den Kenner der Verhältnisse kein Wunder, wenn nicht nur die meisten Laien, sondern sogar Gelehrte, die über Moore schriftstellern, natürliche Moore zu kennen vermeinen, aber in Wirklichkeit aus Mangel an bei uns hinreichendem, zum Studium geeigneten Gelände nur tote und halbtote oder doch dem Absterben mehr oder minder entgegengehende Moore gesehen haben. Man lese auch Gedichte, Novellen und Romane, z. B. von CLAUS GROTH, ANNETTE VON DROSTE-HÜLSDORF, THEODOR STORM

[1]) DRUDE, Deutschlands Pflanzengeographie. 1896 S. 356.

usw., kurz von Belletristen, die mit offenbarer Liebe auch Moorstimmungen zum Ausdruck bringen wollten, und man wird sehen, daß immer nur tote, von der Entwässerung bereits weit beeinflußte Moore vorgeschwebt haben. Die vielen stimmungsvollen Moorlandschaften, die der Maler WENKE-WORPSWEDE dem Teufelsmoor nördlich von Bremen abgelauscht hat, geben alle nur tote und höchstens halbtote Moorgelände wieder, ebenso das von HANS AM ENDE gemalte große Bild in der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, das er als »Rohes Hochmoor« bezeichnet.

Die Herrlichkeit noch voll jungfräulicher Moore hat die Schilderung durch einen Dichter — wie es scheint — noch kaum gefunden. Zahlreich sind auch die wissenschaftlichen Veröffentlichungen, aus denen das angegebene Mißverständnis nachgewiesen werden könnte. Wenig bekannt sind insbesondere die noch intakten Seeklima-Hochmoore, deren Begehung freilich einige Mühe macht und stellenweise nicht ganz ungefährlich ist. Es ist nicht jedermanns Sache, stundenlang im Wasser herumzuwaten, wie man das muß, wenn man Seeklima-Hochmoore ordentlich untersuchen will.

So kommt es dann, daß bis jetzt eine derjenigen Vegetationsgeländeformen, die einst eine der wichtigsten in Deutschland war, die Hochmoorpflanzengemeinschaft in vollständig von der Kultur unberührter Zusammensetzung, in optima forma den allermeisten Floristen und Systematikern gar nicht bekannt ist.

Da ist denn freilich eine Verständigung schwer, namentlich dann, wenn ungenügende Kenntnis es unternimmt, an vermeintliche Eigenschaften lebender Moore festzuhalten, die in Wahrheit für absterbende oder halbtote oder gar nur tote Moore gelten, oder wenn ausschließlich Höhenhochmoore als Maßstab der Beurteilung von Hochmooren überhaupt genommen werden u. dergl. Kurz, wenn auch hier der alte Fehler wirksam ist, auf Grund ungenügender Einzelheiten zu verallgemeinern.

Die heutigen Moore — namentlich die Hochmoore — sind also ganz überwiegend tote Moore. Mir selbst ist trotz vieljähriger Reisen in Moorgebieten Zentraleuropas überhaupt noch niemals

ein vollkommen von der Kultur unberührt gebliebenes Moorgelände begegnet, obwohl ich begreiflicherweise gerade auf diesen Punkt besonders geachtet habe; es handle sich denn um ganz kleine Moore von höchstens einigen hundert Quadratruten, die aber dann meist durch Fällen von Bäumen, Gewinnung der Streu u. dergl. ebenfalls in ihrem natürlichen Zustande gestört sind. In allen Kulturländern ist es dasselbe; so teilte mir der oberste Forstbeamte von Dänemark, Herr Kammerherr Dr. P. E. Müller in Kopenhagen mit: in Dänemark gebe es wohl keine jungfräulichen Flachmoore mehr, es seien denn die durch Neuverlandung erst entstehenden. Selbst in Süd-Canada vom Atlantischen bis zum Stillen Ozean habe ich bereits Schwierigkeiten gehabt, noch vollständig intakte Moore zu finden.

Wo menschliche Kultur schon seit so langer Zeit den Boden mächtig angegriffen hat wie in Österreich-Ungarn, im Vorlande der Schweiz, in Süddeutschland (Baden, Württemberg, Bayern), in Holland und NW.-Deutschland und sonst im Königreich Preußen (den Provinzen Brandenburg, Pommern usw.), steht es natürlich besonders schlimm. Es ist eben bei uns fast vorbei mit der Möglichkeit, das Werden und die Ausbildung von Mooren ausgiebig zu studieren.

Etwas besser liegen für den Forscher die Verhältnisse gegenwärtig noch in Ostpreußen; auch hier geht jetzt die Kultivierung auch der Hochmoor-Strecken mit großer Geschwindigkeit vorwärts.

Es ist sehr erfreulich, daß der preußische Fiskus auf einen von mir veranlaßten Antrag der Kgl. Geologischen Landesanstalt wenigstens soweit entgegengekommen ist, daß er die Erhaltung der »Zehlau« im Frisching südlich von Tapiau als Naturdenkmal »bis auf weiteres« bestimmt hat. Möchte sich das »bis auf weiteres« in »dauernd« verwandeln, damit auch in Zukunft bei uns dieses herrliche großartige jungfräuliche Gelände wenigstens dem einen unserer wichtigsten Moortypen der Wissenschaft und Kunst dienlich bleibt. Es weist zwar ebenfalls streckenweise weitgehende Spuren von Entwässerungs-Versuchen auf, die sich aber wieder ausbessern würden, wenn man das Moor in Zukunft in Ruhe

ließe. JULIUS SCHUMANN sagt[1]: »Möge die Zehlau unberührt bleiben! Sie speist unsere Bäche und Flüßchen. Im übrigen mag man dieses merkwürdige Stück der nordischen Natur den ersten Besitzern, den Kranichen, überlassen!«

Bei der ungemein rasch, gerade in unserer Ära fortschreitenden Kultur, unter der man ja auch die wenig tief überlegte Verwüstung von Wäldern und Vegetationen überhaupt versteht, wenn nur für den momentanen Besitzer oder Berechtigten des Geländes ein Nutzen herausschaut, wäre das Festhalten eines letzten Fleckens als dauerndes Naturdenkmal, das noch die natürlichen, vom Menschen unbeeinflußten oder wenig beeinflußten Zustände aufweist, eine Tat, die unvergeßlichen Dankes wert wäre.

Wer sich heute in die Zustände Norddeutschlands vertiefen will, wie sie noch TACITUS außerordentlich charakteristisch und treffend kennzeichnet, der vermag sich nach der jetzigen Gestaltung des Landes nur dann eine Vorstellung zu bilden, wenn er sich sehr eingehend mit den Pflanzenvereinen des Geländes beschäftigt und es, wie gesagt, versteht, den Geländen in seiner Phantasie die ursprünglichen Verhältnisse einigermaßen wiederzugeben. Es wird daher dringend notwendig, das, was davon noch annähernd jetzt für kurze Zeit vorhanden ist, wenigstens im Bilde und in der Beschreibung zu retten.

So ist denn im Grunde genommen die vorliegende Arbeit wesentlich ein Beitrag zu dem Thema der in so gewaltigem Maße durch die Tätigkeit des Menschen veranlaßten Wandlungen der Erdoberfläche, insbesondere der deutschen Landschaft[2]; vor allem ist sie eine Urkunde, aus der sich hoffentlich hinreichend ergibt, wie es auf großen Strecken vor den tiefgreifenden Veränderungen durch den Menschen ausgesehen hat. Leider ist es jetzt fast schon zu spät, diesbezüglich ordentliche Studien

---

[1]) SCHUMANN, Wintertour über den Zehlau-Bruch 1860 S. 104.

[2]) Hiermit hat sich u. a. auch beschäftigt HANS HAUSRATH, vergl. sein Buch »Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft« (B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1911).

zu machen und in der allernächsten Zeit wird es — bei dem gerade jetzt stattfindenden kräftigen und energischen Vorwärtsschreiten in der weiteren Vernichtung der »Ödländereien« — so gut wie unmöglich werden, und das nicht nur bei uns, sondern auch anderswo wie in Kanada und den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Das Vorausgehende bezog sich hauptsächlich auf die Hochmoore, die ja bei der gewaltigen Verbreitung, die sie bei uns hatten, hier überhaupt auffälliger sind, auch durch ihre Charakterisierung als »Ödland«, während unsere Erlenmoore, die wesentlichen unter unseren Flachmooren, sich weniger herausheben; sie sind einfach nasse Wälder, wie es viele gibt, ohne Moore zu sein, Wälder, die zeitiger als die Hochmoore vom Menschen in Angriff genommen wurden. Größere Flachmoorstrecken sind in Zentral- und Süd-Europa überhaupt nirgends verschont geblieben. Sie sind jetzt Torfstiche und nach der Abtorfung der Landwirtschaft nutzbar gemacht worden oder auch nach Entwässerungen und eventuell auch anderweitiger Vorbereitung unmittelbar zu Ackerland oder Wiesen umgestaltet worden, oder endlich der Forstwirtschaft verfallen. Der letzte Fall ist für das Studium der ursprünglichen Vegetationsbestände der günstigste, da eine vernünftige Forstkultur die dem Gelände angepaßten Gehölze, bei uns in erster Linie die Erle (*Alnus glutinosa*), pflegt, in deren Gemeinschaft sich der ursprünglich immer mit diesem Baum vorhanden gewesene Pflanzenverein so weitgehend erhält, daß man in dieser Beziehung oft nicht einmal von einem »Halbkultur-Pflanzenverein« sprechen möchte.

Aber trotzdem ist es unter den angegebenen Umständen nicht immer leicht, zuweilen fast oder ganz unmöglich, den dichten Schleier, den der Fortschritt der Kultur über die ursprüngliche Natur gebreitet hat, sich wieder beseitigt zu denken, wie man dies beim Studium von Sumpf und Moor leider so oft versuchen muß.

Über die rein materielle Nützlichkeit der Vernichtung von Mooren und ihrer Umgestaltung zu Kulturland ist schon so viel gesagt und geschrieben worden und eine Anzahl eigener Zeit-

schriften beschäftigen sich ausschließlich mit der Frage der Kultivierung der Moore, daß es gut ist, sich auch die unter Umständen für den Menschen vorhandenen Schattenseiten, die der Kampf gegen die Moore mit sich bringt, zu vergegenwärtigen.

Durch die mit der Beseitigung der Moore verbundene Entwässerung sind meteorologische Veränderungen bedingt, die für die Kultur der anliegenden Ländereien von Bedeutung sein können, wie die unheilvollen Entwaldungen, die mitgewirkt haben, frühere Kulturländer dem Rückgange entgegenzuführen und in heutigen Kulturländern vielfach das Klima schädigen. Auf der Leeseite großer Moore ist ein reichlicherer Niederschlag vorhanden, der sich mit der Entwässerung verringert. »Stark und zwar stärker als von offenen Wasserflächen — sagt Eduard Brückner[1]) — ist die Verdunstung von Moorflächen aus[2]). So üben Vegetationsflächen in feuchten Klimaten ähnliche Wirkungen aus wie Seen, indem sie der Luft Wasserdampf zuführen; sie sind Gebiete gesteigerter Verdunstung.«

Die sich über Moore, sobald die Tageswärme abnimmt, in der Dämmerung bildenden Nebel, zeigen augenfällig die besonders hohe Luftfeuchtigkeit über solchen Geländen an.

Eine wissenschaftlich-kritische, von sonst welchen Interessen unbeeinflußte Prüfung der Tatsachen führt dann immer wieder zu dem Schluß: »Das Vorkommen ausgedehnter Moose und Moore hat einen erheblichen Einfluß auf das Klima. Dieselben wirken abkühlend auf die Luft und erhöhen den Feuchtigkeitsgehalt derselben.« (Julius Hann, Handb. d. Klimatologie I 1897 S. 198).

Brückner fährt in seiner oben begonnenen Auseinandersetzung fort:

»Ein großer Irrtum aber wäre es, wollte man die Wirkung dieser gesteigerten Verdunstung im Regenfall derselben Gegend

---

[1]) Brückner, Über die Herkunft des Regens (Hettner's Geographische Zeitschrift. Leipzig 1900, S. 95).

[2]) Vergl. z. B. Homén in Bidrag till Kännedom af Finnlands Natur och folk. Heft 54. Helsingfors 1894.

zu erkennen suchen. Ebensowenig, wie große Landseen, z. B. der Ladogasee, der Onegasee, von kleineren Seen ganz zu schweigen, eine deutliche Steigerung des Regenfalls an ihren Ufern erkennen lassen, ebensowenig die Wälder. Der Wind verträgt den durch Verdunstung erzeugten Wasserdampf, so daß die Mehrung des Regenfalls gar nicht dem Walde selbst, sondern leewärts in größerer Entfernung gelegenen Gebieten zugute kommt.«

Die Moore, die demnach in einem Moorlande wie Norddeutschland die klimatischen Verhältnisse stark mitbedingen, regeln außerdem vielfach die Bewässerung weiter Länderstrecken. An einzelnen Stellen sind die Nachteile von Moorentwässerungen so auffällig, daß für engere Landbezirke ein Zweifel an der Nützlichkeit der unversehrt gebliebenen (lebenden) Moore nicht besteht, so insbesondere dort, wo sich als Folge verheerende Überschwemmungen ergeben haben, die sich früher nicht in dem Maße betätigten, als noch Moorbildungen in der Lage waren, das überschüssige Wasser aufzunehmen. Man sehe sich nur einmal gründlich ältere Meßtischblätter des Generalstabes z. B. von der Lüneburger Heide an, um zu sehen, wie viele der kleinen Bäche, die die Zuflußadern der Flüsse sind, Mooren ihren Ursprung verdanken oder doch, besser gesagt, verdankten.

Nach allem, was wir über die Hochmoore gehört haben, ist das ja aber auch selbstverständlich. Das Regenwasser sammelt sich auf ihnen in Kolken, die Rüllen entwässern das Moor regelrecht durch eine natürliche allmähliche Wasserabfuhr, die Vernässung des Hochmoorandes zeigt, abgesehen von den ins Vorland zum Anschluß an die Flußsysteme fließenden Rüllen, wie das Vorland vom Moor Wasser empfängt.

So sehr daher auch durch die so gewaltig weitgehende Abtötung der Moore eine Auskunft für die Entscheidung der Streitfrage, ob die Entwässerungen insbesondere der großen Hochmoore auf den Wasserstand und auf die Abflußverhältnisse einen Einfluß ausgeübt haben, erschwert ist, so ist es doch geradezu verwunderlich, wie hier und da von »Moorkundigen« ein solcher Einfluß geleugnet werden kann, wenn man sich nicht sagte, daß die Be-

treffenden die Moore, insbesondere die lebenden Moore, ihren Eigentümlichkeiten nach nicht hinreichend kennen. Denn wenn man nur die eine Tatsache in Rücksicht zieht, daß ebenso wie es — und das sind die ganz gewaltig überwiegenden — tote Hochmoore gibt oder halbtote, wo nämlich die Entwässerung nur so weit gewirkt hat, daß immerhin noch eine gute lebende, *Sphagnum*-Decke vorhanden ist, so auch tote Rüllen vorhanden sind, das heißt solche, die fließendes Wasser auch nicht einmal in Spuren mehr zeigen, sondern deren Auffindung unter Umständen nur noch durch die andersartige Beschaffenheit des Rüllentorfes in Torfprofilen oder durch Bohrungen konstatierbar ist, Rüllen, die einmal, nämlich vor der Entwässerung des Moorgeländes, die Wasserquantität der Nachfluter vermehren halfen, so ist die Meinung, daß die Hochmoore vor ihrer Entwässerung auf die Nachfluter gänzlich einflußlos gewesen sein sollen, vollständig unverständlich. Die lebenden Hochmoore mit ihrer lockeren, lebhaft wachsenden *Sphagnum*-Decke sind in der Tat Wasserspeicher, die namentlich in ihren Rüllen das gesammelte Wasser allmählich und ständig ihrer Umgebung zuführen, wozu freilich tote und auch halbtote Hochmoore nicht mehr in der Lage sind.

Das ist überall immer und immer wieder im kleinen und im großen zu beobachten. So ist z. B. — nach Otto Grasholz — ein kleineres Moos oberhalb Roggenstein zwischen den Dörfern Alling und Gilching (in Bayern), das früher recht wasserreich war, gänzlich ausgetrocknet — der Abfluß dieser Moorfläche, der Starzelbach, ein ehemals sehr wasserreicher, stellenweise mannstiefer Bach mit herrlichem Forellenstande, der von Roggenstein aus durch das ganze Moor hinablief und erst unterhalb Dachaus in die Amper einmündete, ist ganz ausgetrocknet und verschwunden, und nur das trockne Rinnsal erinnert an seine ehemalige Existenz.

Nach allem, was wir über die Wasserabgabe von Mooren wissen, dürften sie wegen ihres nassen Bodens in Verbindung mit der dichten Vegetationsdecke mehr Wasser verdunsten als selbst eine offene Wasserfläche desselben Geländes. Dementsprechend

ist natürlich der liquide Wasserabfluß geringer. Nur wenn ein Moor, namentlich ein Hochmoor, wie z. B. die Zehlau bei einem plötzlichen starken Regen noch gefroren ist oder das Höchstmaß an Wasser bereits aufgenommen hat, erfolgt der Abfluß des Wassers natürlich so schnell, als wenn es sich um einen Boden aus dichtem Gestein wie Granit etwa handelte. Abgesehen von dieser Sonderbedingung verdunstet unter denselben Niederschlags-Verhältnissen ein mit Sand gemischter Torfboden weniger und ein mit Sand bedeckter Torfboden noch weniger und dementsprechend steigert sich die Quantität des Wasserabflusses. Es verhält sich in Prozenten (auf die jährliche Regenmenge bezogen) ausgedrückt das Verhältnis von Verdunstung zu Abfluß nach den Untersuchungen der Moor-Versuchsstation in Bremen, und zwar nach einer von M. Fleischer[1]) gemachten und von E. Oppokow[2]) in der angedeuteten Weise bezüglich der Zahlen für den Abfluß ausgenutzten Angabe:

	Verdunstung	Abfluß
Mit Sand bedeckter Moorboden	11,6 %	87 %
» » vermischter »	25,5 »	63 »
Nackter Moorboden	29,3 »	59 »

Diese Angaben beziehen sich auf Hochmoore.

Über die Bedeutung der Moore für die Wasserversorgung macht E. Oppokow sonst noch die folgenden zutreffenden Angaben[3]):

»Unstreitig wirken die Torfböden vermöge ihrer hohen Wasseraufnahmefähigkeit in gewissem Sinne regulierend auf den Abfluß ein, indem sie Wasser nach der Schneeschmelze im Frühjahr und nach heftigen Regengüssen zurückhalten, doch schließt dies

---

[1]) Fleischer in Vogler, Grundlehren der Kulturtechnik. 3. Aufl. 1903, I S. 164.

[2]) Oppokow, Sur l'accumulation et la consommation de l'humidité dans le sol des bassins des fleuves de plaines. (Direction de l'Hydraulique Agricole. XI. Congrès. St. Pétersbourg 1908 S. 12. Vergl. auch seine später zitierte Schrift von 1904 S. 15).

[3]) Oppokow, Zur Frage der vieljährigen Abflußschwankungen in den Bassins großer Flüsse, im Zusammenhang mit dem Gang der meteorologischen Elemente. (Zeitschrift für Gewässerkunde. 6. Band. Leipzig 1904. Besonders S. 13 u. 15.)

die Möglichkeit nicht aus, daß sie auf den Abfluß des warmen Jahresdrittels in negativem Sinne influieren.« Ferner: »So widerwillig nun auch der Moorboden die aufgesogene Feuchtigkeit an die darauf wachsenden Pflanzen oder an den Untergrund abgibt, so wenig kommen diese Schwierigkeiten für die Verdunstung in Betracht. Wie ein vollgesogener Schwamm, den man auf einen Teller legt und der Sonne und dem Winde aussetzt, trocknet der Moorboden bei ungenügenden Niederschlägen und beschränktem unterirdischem Zuflusse sehr leicht aus und dient den Flüssen nicht bloß nicht als Nahrungsquelle, sondern er entzieht ihnen sogar noch während des Sommers das ihnen zukommende Wasserquantum.« Ich füge hinzu: so kann es sein, nämlich dort, wo der Niederschlag und der Tau nicht hinreichen, um das Moor dauernd in seiner größten Wasseraufnahmefähigkeit zu belassen, und hierher gehören z. B. generell unsere Landklima- und Höhen-Hochmoore. Die Seeklima-Hochmoore jedoch kommen nach der genannten Richtung fast nur in Frage in ganz ausnahmsweise trocknen Jahren oder Perioden. Auch hier zeigt sich wieder, wie notwendig der in diesem Werke stärker betonte Unterschied zwischen Seeklima- und Landklima-Hochmooren ist.

Das außerordentlich langsame Auftauen eines gefrorenen, ganz dicht mit Vegetation bedeckten Bodens insbesondere der Moore bedingt es, wie gesagt, freilich, daß wenn der Boden bei einem plötzlichen starken Regen noch gefroren ist, daß dann der Abfluß sehr schnell erfolgt. Aber durch das äußerst langsame Auftauen des Moorbodens ist eine Überschwemmungsgefahr durch das getaute Bodenwasser ganz ausgeschlossen. Nur der schmelzende auflagernde Schnee kann bei Eintritt warmer Tage ebenso im Vorlande wirken wie überall dort, wo Schneeschmelzwässer hingelangen.

Der Würmsee (= Starnberger See) hat nach Ule[1]) seinen Wasserstand erhöht durch die großen Entwaldungen, Entwässe-

[1]) Ule, Der Würmsee (Wiss. Veröffentl. d. Ges. f. Erdkunde in Leipzig 1901).

rungen vieler Moore und das Ablassen vieler Seen in seiner Umgebung.

Bei A. Sauer lesen wir zu unserer Frage[1]: »Es erscheint dem Verf. in vielen Fällen oft recht fraglich, was von volkswirtschaftlichem Standpunkte aus mehr zu befürworten sei, eine gründlich durchgeführte Drainage der hochgelegenen Sumpfgebiete in der Waldregion unserer Mittelgebirge oder die Belassung des natürlichen Zustandes. Denn es ist ganz auffallend, in welcher hervorragenden Weise diese Sümpfe und nassen Stellen des Waldes den Wasserabfluß der sommerlichen Niederschläge zu regulieren vermögen. Gerade hierüber war Verf. gelegentlich seiner langjährigen geologischen Aufnahmen im Grenzgebiete des Erzgebirges zwischen Sachsen und Böhmen in der Lage, vergleichende Beobachtungen anzustellen, wo auf der sächsischen Seite eine mit intensiver Waldwirtschaft bis ins einzelne durchgeführte Drainage nach jedem starken Sommerregen ein plötzliches, starkes Anschwellen, aber auch ein ebenso schnelles Zurückgehen der Rinnsale zur Folge hat, während auf der böhmischen, weniger rationell bewirtschafteten Seite die Bäche weder übermäßig anschwellen, noch schnell aufhörten zu fließen. Beseitigt der Mensch die natürlichen Regulatoren, so hat er auch die Verpflichtung, in gewissem Grade für Ersatz zu sorgen, wenn nicht das natürliche Gleichgewicht der hydrologischen Verhältnisse in empfindlicher Weise gestört und die hierauf begründeten menschlichen, im Erzgebirge vorwiegend industriellen Einrichtungen dauernd geschädigt werden sollen. Und dieser Ersatz kann nur in der Anlage von Talsperren zur Herstellung von großen Staubecken geboten werden, welche das zu Zeiten des Überflusses schnell abfließende Wasser zurückhalten.«

Jetzt baut man tatsächlich künstliche Regulatoren in der Form von Stauwerken, und es ist allen Ernstes vorgeschlagen worden, in geeigneten Gebirgen, z. B. dem Riesengebirge nach

[1] Sauer, Zirkusseen im mittleren Schwarzwalde als Zeugen ehemaliger Vergletscherung desselben. (Globus, Braunschweig, März 1894 S. 201—202, Anmerk. 2.)

einem bestimmten Verfahren künstliche Gletscher zu erzeugen, die die Bestimmung haben würden, als nützliche Regulatoren des Wasserabflusses zu dienen[1]). Besser wäre wohl in diesem Falle, die Moore des genannten Gebirges, die schon vielfach angeritzt oder vernichtet sind, zu schützen und zu pflegen.

Im Widerspruch mit dieser Forderung findet man Angaben, nach denen Torf durchaus nicht imstande sein soll, Wasser wie ein Schwamm aufzunehmen und dadurch festzuhalten, um es langsam und allmählich wieder abzugeben.

Hierbei wird aber ein wichtiger Punkt übersehen. In der Tat ist reifer Torf für Wasser fast undurchlässig, und auf diese Eigenschaft gründet sich eine Methode beim Torfstechen in weniger entwässerten Mooren, indem in solchen Fällen eine Torf-»Stauwand« stehen bleibt, um das Wasser von der auszubeutenden Grube zurückzuhalten (vergl. Bd. II S. 89 Fig. 11).

Hier handelt es sich in den ganz überwiegenden Fällen um tote Moore, die die Eigentümlichkeiten der lebenden Moore, die für die Wasserregulation zunächst in Frage kommen, nicht mehr aufweisen. Bei der Untersuchung eines Sonderfalles muß daher auch festgestellt werden, ob es sich um tote oder lebende Moore handelt. Denn ganz anders wie der reife Torf, der bei toten Mooren bald nur noch allein vorhanden ist, verhalten sich halbreife und unreife Torfe, insbesondere der unreife Hochmoortorf, der tatsächlich wie ein Schwamm in der angegebenen Weise wirkt, so daß in ständigerer Regenzeit eine Erhebung und bei dauernderer Trockenheit eine Senkung der Oberfläche zu beobachten ist, nicht zu verwechseln mit der selbstverständlich dem Wasserstand folgenden Hebung und Senkung von Schwingmoorstrecken, die als Etappe verlandender Seen, mit dem jeweiligen Wasserstande schwimmend auf- und niedergehen, oder einem anderen ähnlichen Vorgang, der darauf beruht, daß ein Torflager bei verschiedener Beschaffenheit der einzelnen Torfschichten sich horizontal spalten kann, so daß dann der obere Teil des Lagers

---

[1]) A. Kirschmann, Physikal. Zeitschrift 1904 Nr. 27.

bei erhöhtem Wasserstand durch Ausfüllung der Spalte mit Wasser zu »schwimmendem Land« (so bei Waakhausen) werden kann.

Sogar der halbreife Sphagnetumtorf ist noch weitgehend für Wasser durchlässig, das habe ich bei der Besprechung der Trockenhorizonte S. 115—117 ausführlich angegeben. In dem dort erwähnten Falle sehen wir weit unter der Mooroberfläche quellige Horizonte auftreten; es sickert also auch aus unteren Lagen auf Torfprofilen unter bestimmten Bedingungen Wasser heraus.

Daß Hochmoore sich in nassen Zeiten aufwölben, ihre Oberkante eine höhere Lage einnimmt, während sie in trocknen Zeiten zusammensinken, ist allbekannt. Ein experimentelles Beispiel hierfür bringt STORP bei[1]).

Selten trifft ein Vergleich so zu wie der des jüngeren, oberen Teiles eines Hochmoores mit einem Schwamm. Schon der Name *Sphagnum* (sphagnos und sphacos bei PLINIUS) ist »wahrscheinlich von sphongos, Schwamm, abgeleitet[2]). Zum richtigen Verständnis dieses Vergleiches darf nur eines nicht übersehen werden. Ein nur feuchter Schwamm hat eine hohe Wasserkapazität. So lange die Höhe derselben noch nicht erreicht ist, nimmt er ständig Wasser auf, ohne solches abzugeben; erst wenn noch mehr Wasser hinzugefügt wird, so geht es wieder und zwar dann so vollständig ab, als wenn gar kein Schwamm da wäre. Nun ist ein Hochmoor nicht mit einem einzelnen Schwamm zu vergleichen, sondern es verhält sich wie eine große Summe, wie ein großer Haufen, wie ein mit einer Unzahl von Einzelschwämmen bedecktes Gelände, wobei die Einzelschwämme wie ein mit sehr dicht gepackten Geröllen besetztes Gelände dem schnellen Abfluß des Wassers Hindernisse auch dann entgegensetzen, wenn die Schwämme bereits kein Wasser mehr aufzunehmen vermögen. Darauf wird an der passenden Stelle gleich exemplifiziert werden.

Wie ein Schwamm, so wirkt nun die lebende Pflanzendecke der Moore, insbesondere wenn sie fast ganz aus Moosen besteht oder die Moose in ihr eine hervorragendere Rolle spielen — und

---

[1]) In WEBER, Hochmoor von Augstumal 1902 S. 61.

[2]) GUSTAV LIMPRICHT, Die Laubmoose Deutschlands usw. I. Leipzig 1890 S. 97.

das ist häufig, bei lebenden Hochmooren sogar ganz oder stark überwiegend der Fall —, hervorragend Wasser haltend. Das hat schon FRIED. OLTMANNS exakt nachgewiesen[1]).

EUG. WARMING gibt in seinem »Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie«[2]) auf Grund dieser Untersuchung direkt die Überschrift: »Der Moosteppich wirkt wie ein Schwamm.« Die dichten Moospolster nehmen in ihren kleinen Zwischenräumen atmosphärisches Wasser auf, aber durch Aufsaugen aus dem Boden gar kein oder sehr wenig Wasser. »Daher schlucken und verdunsten die lebenden und die toten Moosteppiche ungefähr gleichviel Wasser« (WARMING), wohl bemerkt: auch die toten Moosteppiche.

Daß übrigens Moose auch gelegentlich von unten Wasser aufzunehmen und capillar in die Höhe zu bringen vermögen, geht schon aus der Benutzung von *Dicranum elongatum* und *fuscens* als Lampendochte hervor, wie das in Grönland geschieht[3]).

A. CSERCY stellte fest[4]), daß eine Wassermenge, welche ungefähr das Sechsfache des Eigengewichts beträgt, von den Moosen sehr schnell (innerhalb einer Minute) aufgenommen und im Laufe von etwa sieben Tagen wieder abgegeben wird. Da die Moosdecke soviel Wasser rasch aufzunehmen und der Umgebung sukzessive wieder abzugeben imstande ist, so kommt ihr dort, wo sie eine große Bodenfläche bedeckt, eine doppelte Bedeutung zu und zwar einesteils, indem sie die zerstörende Kraft starker Niederschläge durch rasche Aufnahme und Festhalten einer großen Menge Wassers herabsetzt, anderenteils aber, indem sie durch Abgabe von Feuchtigkeit an die Luft sicherlich auch auf die hydrometeorologischen Verhältnisse einwirkt. C. hatte in Selmeczbánya Gelegenheit, den großen Unterschied zwischen einer mit Moos bewachsenen und einer nackten Berglehne im Falle eines

---

[1]) OLTMANNS, Über die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluß auf die Wasserverteilung im Boden. Breslau 1884.

[2]) 2. Deutsche Ausgabe. Berlin 1902 S. 92.

[3]) KIHLMAN l. c. S. 125.

[4]) Nach dem Referat im Botanischen Zentralblatt vom 16. X. 1906 S. 390—391.

Wolkenbruches zu beobachten; während das Wasser von den kahlen Berglehnen in Sturzbächen ungestüm herabläuft, wird es auf den mit Moos bewachsenen Berglehnen von der Moosdecke zum großen Teil aufgesogen und dadurch festgehalten[1]).

Über die Wasser haltende Kraft der Moose wurden ferner auch vorn S. 17 genauere Daten geboten.

Ein Hochmoor, selbst wenn es sich über seine Umgebung erhebt, ist daher eine Wassersammelstelle genau so wie ein See. M. Fleischer[2]) teilt mit: Es habe sich ergeben, »daß die Wassermengen, die ein Hochmoor aufsaugt, dem Raume nach 80—85% des Hochmoors ausmacht. Denkt man sich aus einem 4 m mächtigen Moor die moorbildenden festen Pflanzenreste herausgenommen, so würde das zurückbleibende Wasser eine 3,20 bis 3,40 m hohe Schicht bilden.« Und das ist eine Anmerkung zu einem Satz im Text, in welchem zum Ausdruck kommt, daß die Gebirgshochmoore »wegen ihres hohen Wasseraufsaugungsvermögens für die Erhaltung der Vegetation an den Gebirgsabhängen von größter Bedeutung« seien. Dem stimme eben auch ich vollständig zu. Nehme ich das Moor weg, so kann eben Wasser nicht festgehalten werden, sondern fließt sofort hinab, während ein Moor, das durch Verdunstung vorher Wasser verloren hatte, neu hinzukommendes nunmehr festhält und speichert, ebenso — wie vorn gesagt — wie ein nasser Badeschwamm, der Wasser abgegeben hat, neu hinzukommendes aufzunehmen vermag, das dann bei ihm bleibt, während es sonst gleich davongeht. Daraus folgt eben, daß bei der Beseitigung oder Entwässerung von Hochmooren der Abfluß schon gleich im Beginn von Regenzeiten stärker sein muß, also Überschwemmungen eintreten können, wo vorher keine waren. Liegen die Regentage im allgemeinen so auseinander, daß zwischendurch das Moor immer wieder hinreichend Wasser verdunsten konnte, um neues aufnehmen zu können, so werden Über-

---

[1]) Vergl. zu der Frage auch den Abschnitt Früh's in »Moore der Schweiz« 1904 S. 332, der sich betitelt: »Moore als hydrographisch reservierendes und ausgleichendes »Wasserödland««; auch S. 333 und 334 sind zu beachten.

[2]) Fleischer in Vogler, Kulturtechnik 3. Aufl. I. Bd. Berlin 1903 S. 104.

schwemmungen im Vorlande zu den Seltenheiten gehören. Nun kommt aber noch hinzu, daß selbst in dauernden Regenzeiten das Wasser langsamer abfließt als auf einem verhältnismäßig ebenen steinigen Gelände, das den Untergrund des Moores bilden kann. Denn das in den Schlenken sich sammelnde Wasser fließt und sickert in einem fort durch die Windungen aufgehalten aus dem Moor sehr langsam, gleichsam wie durch ein feines Sieb heraus, das nur sehr allmählich das Wasser aus seinem Inneren abgibt. Auch die unendlich vielen Räume zwischen den einzelnen engstehenden Pflanzenindividuen, insbesondere den Moosstengeln, wirken wesentlich verlangsamend auf den Wasserabfluß und so sieht man denn auch tatsächlich selbst in trockeneren Zeiten oftmals Wasser langsam heraussickern. Sind aber durch das Moor Gräben gezogen, so geht von diesen ab das Wasser schnell und ungehindert, ohne Aufenthalt nach abwärts.

Ferner ist noch darauf zu achten, daß Moore durch ihre fortschreitende Torfbildung der Abrasion auf ihrem Gelände entgegenwirken und so die Verfrachtung von unorganischem Gesteinsmaterial nach abwärts zurückhalten. Im Riesengebirge konnte ich tiefe Schluchten in Moorgeländen und vor ihnen beobachten, die in vorher unbekannter Weise Geröll und Sand hinabführten, Schluchten, die erst infolge der Anlage von Entwässerungsgräben entstanden waren.

So sind denn die Moore, insbesondere die Hochmoore, in dem auseinandergesetzten Sinne in der Tat als Wasserspeicher Regulatoren des Wasserabflusses.

Die Frage, inwieweit die mit unglaublicher Schnelligkeit schwindenden Torflager berufen sein würden, Ersatz für die einmal abgebauten Kohlen zu sein, kommt hier nicht in Betracht, jedoch soll wenigstens erwähnt sein, daß auch dieser Punkt in Berücksichtigung zu ziehen ist, wenn es sich darum handelt zu entscheiden, ob die Erhaltung der Moore zweckdienlicher ist als ihre generelle Vernichtung. Schon Dau sagt 1823[1]), indem er gegen die Nutzung der Torfmoore zu Ackerland »aufs stärkste prote-

[1]) Dau, Neues Handbuch über den Torf. Leipzig 1823 S. 216.

stiert«, man sollte »alles vermeiden, was den noch vorhandenen Vorrat (an Mooren) vermindert.« In Norddeutschland sind Moore gerade da besonders vertreten, wo es an anderen älteren Mineralkohlen fehlt oder wo sie nur untergeordnet vorkommen, und so wird denn in diesen Gegenden wie in Pommern z. B. und in Bayern noch viel Torf als Brennmaterial gestochen.

So kommen wir denn zu dem Schluß:

Für den einzelnen bedeutet allerdings ein in Kultur genommenes Moor Landerwerb, für das Ganze aber können vernichtete Moore eine Schädigung sein.

Mag dem aber sein wie ihm wolle; eins kann von keiner Seite bestritten werden, sie sei noch so »praktisch« gesonnen: Gemüt und Geist, Kunst und Wissenschaft, haben das höchste Interesse an der jungfräulichen Erhaltung von Mooren.

Gewiß: die Kultur wird das Land weiter besiegen, aber es sollten doch größere Stücke der Urheimat in ihrem alten Zustande bewahrt bleiben; hoffen wir, daß unseren Nachkommen noch stille Flecke übrig bleiben, wo die ehemaligen Zustände wieder vor dem geistigen Auge zu erstehen vermögen, wo eine Versenkung in die natürlichen Urzustände der Heimat möglich bleibt.

VII. Allochthone Humusbildungen.

Die autochthonen Lagerstätten von Kaustobiolithen sind die ganz überwiegenden der Jetztzeit und nach allem, was wir aus dem Vergleich dieser mit den fossilen schließen können, auch der Vorzeit. Die autochthonen Lagerstätten sind, namentlich in der Form von Mooren gegenüber den allochthonen so verbreitet und mächtig entwickelt, daß die allochthonen dagegen fast verschwinden.

Schon im Vorausgehenden war jedoch wiederholt Gelegenheit, doch auch auf allochthone Ablagerungen einzugehen, so ist z. B. der Fall der Wanderung gelösten kaustobiolithischen Materials und sein nachheriger Niederschlag bereits in Bd. II auf S. 30—50 er-

ledigt worden, ebenso die Bildung des Alpenmoders II S. 70—76, bei dem es sich um eine mehr oder minder weitgehende Aufarbeitung und Umlagerung von Trockentorf handelt, ferner Bd. II S. 232—238 die schwimmenden Vegetationsinseln.

Das, was von allochthonen Ablagerungen noch zu besprechen übrig bleibt, sei im Folgenden vorgebracht.

Von pflanzlichen Drift-Bestandteilen kommen vor 1. lebende Pflanzen oder Teile von solchen, wie Samen und Früchte, 2. frische, aber im Absterben begriffene oder abgestorbene Pflanzen- oder Pflanzenteile und 3. bereits sub-fossile oder fossile Kaustobiolithe, die dann nach nochmaliger Ablagerung und Erhaltung Humus- usw. Gesteine an 2. Lagerstätte auch an 3. Lagerstätte sind.

Danach seien unterschieden[1]):

1. Primär-allochthone Kaustobiolithe. — Hierunter sollen diejenigen K. verstanden werden, deren pflanzliche Urmaterialien einen Transport erlitten haben und erst an ihrer Ablagerungsstelle zu Kaustobiolith (Humus, Kohle usw.) geworden sind. — Die Autoren pflegen bei einer Verschwemmung des Urmaterials (in anderen Fällen kann auch der Wind das Material transportiert haben), dieses, sofern es sich um Humus handelt, als Schwemmhumus, der Schwemmtorf oder Schwemmmoder sein kann, zu bezeichnen, wenigstens wird die Vorsilbe Schwemm- allermeist in der angegebenen Bedeutung benutzt und in möglichster Anknüpfung daran habe ich früher die Ausdrücke Schwemmhumus und dergl. in dem angegebenen Sinne benutzt[2]).

2. Sekundär-allochthone Kaustobiolithe. — Hierunter sind diejenigen Kaustobiolithe zu verstehen, die, mögen sie autochthon oder primär-allochthon sein, umgelagert worden sind: Kaustobiolithe an 2., 3. usw. Lagerstätte. — Unter den rezenten Humusbildungen sind die Schlämmhumus-Arten (Schlämm-

---

[1]) Nach POTONIÉ, 1. Zur Genesis der Braunkohlenlager der südlichen Provinz Sachsen (Jahrbuch d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanst. für 1908 S. 542, 543). — 2. Entstehung der Steinkohle, 5. Aufl. 1910 S. 19.

[2]) POTONIÉ, Über rezente allochthone Humusbildungen (Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. Berlin, 16. Januar 1908).

Torf[1]) und Schlämm-Moder) sekundär-allochthone Kaustobiolithe. Sie sind meist aufgearbeiteter (ausgeschlämmter) und meist unter Wasser wieder abgesetzter Humus. Auch der Bröckeltorf gehört hierher, der durch die Anschwemmung von Torfbrocken und -fetzen entsteht, die, vom Wasser losgerissen, zu Lagern oder Nestern angehäuft werden.

Es ist also darauf zu achten, daß es sich bei den primär-allochthonen Kaustobiolithen um Material aus gedrifteten, lebenden oder im Absterben begriffenen oder erst abgestorbenen, frischen Pflanzen und Pflanzenteilen handelt, bei den sekundär-allochthonen Kaustobiolithen hingegen um bereits zu Kaustobiolith gewordenes Material, das umgelagert wurde.

Da die Namen mit den Vorsilben Schlämm- und Schwemm- leicht mit einander zu verwechseln und sie überdies dem Sinne nach nicht immer zutreffend sind — weil der Transport z. B. auch auf andere Weise, z. B. durch den Wind erfolgen kann —, wird es gut sein, die zweifellos festgelegten und sofort verständlichen Ausdrücke primär- bezw. sekundär-allochthon an die Stelle dieser Vorsilben zu benutzen[2]). Eine Übersicht über die allochthonen Fälle wurde im übrigen bereits im Bd. I S. 28—30 geboten. Wir werden im Folgenden freilich anders disponieren.

In manchen Fällen können beträchtliche Zweifel obwalten,

---

[1]) Der Schlämmtorf der Technik ist (vergl. z. B. Hausding, Handb. d. Torfgewinnung und -verwertung, 2. Aufl. 1904 S. 86) zerkleinerter und durch Wasser zu einem dünnen Brei aufgeschlämmter Torf von Torf-Mooren. Man kann also — wenn man genau sein will — natürlichen und künstlichen Schlämmtorf unterscheiden.

[2]) Ich benutzte ursprünglich für die oben genannten beiden Kategorien die Termini Schwemmtorfe und Schlämmtorfe wieder in möglichstem Anschluß an den bisherigen Gebrauch der Autoren. Aus den Beschreibungen derselben geht hervor, daß sie unter Schwemmtorf (vergl. z. B. Schröter, Bodensee 1902 S. 39, Neuweiler, 1901 S. 14, Andersson, Finlands-torfmossar 1898 S. 184) und unter Schlämmtorf (vergl. J. P. Früh, 1883, S. 38) oft die oben unter diesen Namen definierten Bildungen im Sinne haben; freilich ist es so, daß die Autoren meist beide Bildungen als Schwemmtorf zusammenfassen. Auch aus diesem Grunde wäre die Ausmerzung von »Schwemm-« und »Schlämm-«Torf opportun, wenngleich ihre umfassenderen Ersatzausdrücke »primär«- und »sekundär-«allochthone Torfe umständlicher sind, dafür aber bei diesen jedes Mißverständnis ausgeschlossen ist.

wohin man nach der Genesis — ob allochthon oder autochthon — eine Humusbildung stellen soll; Zwischenbildungen zwischen beiden Hauptfällen sind ja überdies oft genug vorhanden. Aus dem Bd. I S. 61—62 Gesagten geht zur Genüge hervor, daß namentlich die Bildungen im offenen Wasser zu den allochthonen oder autochthonen zu klassifizieren seine besonderen Schwierigkeiten hat, die bei solchen, die auf dem Lande ihre Entstehung nehmen, nicht in Frage kommen. Freilich hat aber auch die fragliche Entscheidung beim Faulschlamm insbesondere nicht dieselbe Bedeutung wie bei dem Humus. Wir haben es deshalb für angezeigt gehalten, die Autochthonie in den offenen Wässern zu unterscheiden von derjenigen auf dem Lande in aquatische Autochthonie gegenüber der terrestrischen Autochthonie.

Die aquatische Autochthonie ist wie die Allochthonie eine Sedimentierung, worauf deshalb nochmals ausdrücklich hinzuweisen ist, weil sonst so gern eine Sedimentierung stets, ohne an die Ausnahme der Entstehungsart des Sapropels zu denken, als ein Beweis für Allochthonie angesehen wird. Die aquatische Autochthonie wird dementsprechend von FRÜH als sedimentäre Autochthonie bezeichnet. Umgekehrt können gelegentlich allochthone Humus-Vorkommen leicht für autochthone angesehen werden: es betrifft das z. B. besonders die Bd. II, S. 232—238 schon besprochenen Humusinseln.

Die durch aquatische Autochthonie entstandenen Sapropelitlager sind — wie wir Bd. I sahen — besonders auffällig mit mehr oder minder zahlreichen allochthonen Bestandteilen vermischt; die durch terrestrische Autochthonie entstandenen Humuslager hingegen führen so überwiegend autochthone Reste, daß für eine weniger ins Einzelne gehende Darstellung, die Eventualitäten, die auch allochthones Material hinzugefügt haben, außer acht bleiben können.

Reinere allochthone Fälle jedoch sind nun die folgenden.

In den meisten Fällen haben wir es mit primär-allochthonem Material zu tun, aber auch sekundär-allochthones ist nicht gerade selten.

Bezüglich des letzteren ist darauf hinzuweisen, daß Torf von Torflagern, die unter den Meeresspiegel geraten sind, auf den

Strand geworfen wird. Mit Sapropeliten ist das gleiche der Fall; vergl. diesbezüglich das Bd. I S. 235—237 über den Sapropel-Töck von Helgoland usw. Gesagte.

Torfstücke und Gerölle von Torf findet man, wie wir sahen, u. a. oft an den Küsten der Nord- und Ostsee, z. B. an den Küsten der nordfriesischen Inseln, wie Sylt, Föhr usw., an der Ostsee an vielen Stellen von Swinemünde über Großmöllen, Leba bis nach der Kurischen Nehrung; an einigen Stellen wird der ausgeworfene Torf in der Flutwallzone aufgehäuft und kann dann auch durch Sand bedeckt erhalten bleiben, wodurch dann ein stückiger (sek.-allochthoner) Torf entsteht, der Bröckeltorf.

Meist verwesen die Stranddrift-Materialien vollkommen; es kann aber auch durch reichlicheres Vorhandensein eine Art Moder (prim.-all. Moder), ja sogar bei sehr dichter Packung wie am Bodensee und dadurch wegen des Luft-Abschlusses ein Vertorfungsprozeß Platz greifen und so prim.-all. Torf entstehen. Im allgemeinen aber muß es sich bei Stranddrift-Materialien, die sich erhalten, wegen der leichten Auslaugungs-Möglichkeit um Moderbildungen handeln.

Auch prim.-all. Moder und Torf ergeben keine auch nur entfernt mit den Mooren vergleichbare Humus-Bildungen.

Zur dauernden Erhaltung gelangt Stranddrift, die nicht nachträglich bedeckt wird, natürlich nicht, da sie am Strande, wenn es sich nicht gerade um Länder in den Polargebieten handelt, wo sie sich länger hält, schnell verwest. Eine Strandregion wird zu sehr durch die Wogen in Mitleidenschaft gezogen, als daß dort günstigere Bedingungen für die Erhaltung von Fossilien vorhanden sein könnten. Nur das, was von den Wogen ins Wasser gerissen und dort in genügender Entfernung, wenn auch in der Strandgegend wieder abgelagert wird, insbesondere wenn es sich um eine Küste handelt, die sich in einer Senkungsperiode befindet, so daß die Reste von Sedimenten bedeckt werden, wird uns als Zeugen der Stranddrift auffälliger erhalten bleiben können.

Bei der Driftung von Material, das aus großen und kleinen, aus gröberen und zarteren Elementen besteht, die überdies ihrem spezifischen Gewicht nach sich verschieden verhalten, muß — wie

der Bergmann sich ausdrücken würde — eine »Separation« erfolgen. Schon bei der Stranddrift kann Separation der in dem genannten Sinne gleichwertigen Elemente im kleinen beobachtet werden, bei der Flözdrift geschieht sie im großen: bei dieser lagern sich die Baumstämme gemeinsam ab, Samen und Früchte von beträchtlich abweichendem spezifischen Gewicht häufen sich wiederum gemeinsam zusammen und ganz leichte und feine Teile von Pollenkörner werden weiter hinweggeführt, die dann unter Umständen ebenfalls Gelegenheit haben, zusammen eingebettet zu werden, so daß wir stets mehr homogen zusammengesetzte Ablagerungen erhalten: das ist ein wesentlicher Charakter der Flözdrift.

Übersichtlich ergeben sich die folgenden Fälle von Allochthonie:

1. Allochthonie durch Drift: Transport durch Vermittlung des Wassers.
   - A. Stranddrift: Absatz des kaustobiolithischen Materials auf dem Strand. Es kann sich handeln
     - a) um lebendes Material, z. B. von *Fucus*, *Laminaria*, *Zostera* (primäre All.) oder
     - b) um bereits kaustobiolithisches Material, z. B. um »Untermeertorf« (sekundäre All.).
   - B. Flözdrift: Absatz des kaustob. Materials unter Wasser:
     - a) lebendes Material (prim. A.),
     - b) kaustob. » (sek. A.),
   - C. Schwimmende Moorstücke (sek. All., durch die auf den Inseln vorhandene lebende Vegetation gepaart mit prim. All.).
2. Moorausbrüche.
3. Wehen: Transport durch Vermittlung des Windes.
   - a) Lebendes Material (prim. All.):
     - α. Laubwehen
     - β. Sporen-(Pollen-)Wehen.
   - b) Totes Material (sek. All.): Humuswehen, z. B. Torfstaub.

Drift.

Wenn Pflanzen an Ort und Stelle, wo sie wuchsen, durch eine Herbeiführung von Sediment zur Einbettung gelangen, müssen sie — das ist ohne weiteres einzusehen — in besserer Erhaltung auf uns kommen, als wenn sie vom Mutterboden losgelöst oder Teile derselben, vom Wasser geflözt, gedriftet, dadurch vor der Einbettung allen möglichen chemischen und mechanischen Insulten ausgesetzt sind. Oft kommen sie dann erst besonders weitgehend zersetzt oder mechanisch zerkleinert zur Ruhe. Eine mechanische Zerkleinerung findet insbesondere bei der Driftung in Strömen und unter ähnlichen Verhältnissen statt, sowie am Meeresstrande und den Ufern von Seen, kurz dort, wo die Pflanzenteile immer wieder mit dem Gestein der Ufer und demjenigen, das eventuell aus dem Wasser ragt, in Berührung tritt. Schließlich können die Pflanzen unter diesen Umständen so zertrümmert werden, daß nur noch ein gleichmäßig zerkleinertes Material übrigbleibt. Ein solches Material nennen wir (natürlichen) Häcksel. Bei dem natürlichen Häcksel — und daher sein Name — besitzen also die einzelnen Stücke untereinander etwa gleiche Größe: sie sind kleiner, wenn die mechanischen Insulte stärker wirken konnten, größer bei geringerer Inanspruchnahme. Die bekannten zahlreichen Baumstämme, die, beim Transport ihrer Kronen und Wurzeln beraubt, als »Treibholz« an den Strand geworfen werden, gehören demnach in unserem Sinne zum Häcksel.

In der Brandungszone des Meeres und der Ebbe-Flut-Zone, am Ufer von Seen und großen Strömen mit bewegtem Wasserrande wird das Pflanzen-Material, Algen und was sonst zufällig hineingeraten ist, unermüdlich zu Häcksel aufgearbeitet und die geeigneten Teile wie Holzstücke können wie Kiesel zu Geröllen verarbeitet werden, wie solche auch fossil vorkommen.

Häcksel entsteht also insbesondere überall dort, wo das Wasser an Küsten und Ufern in ständiger Bewegung begriffen ist. Das ist zu beachten, denn die pflanzlichen Objekte, die in dieser Weise zerkleinert werden, können durch Nahedrift oder Ferndrift in die zerstörende Region geraten sein. Zweige eines

Baumes und von fernher herbeigeführte andere Pflanzen-Reste können zusammen am Fuße des Baumes, von dem die Zweige herstammen, durch das dort plätschernde Wasser gleichmäßig zerkleinert werden, so daß sich aus der Größe der Häcksel-Bestandteile dann die Herkunft, ob durch Nahe- oder Ferndrift herbeigeschafft, nicht ergibt. Und umgekehrt: Pflanzenreste gemeinsamen Ursprungs, die, um den Strand zu erreichen, miteinander denselben Weg zurückgelegt haben, können doch bald, je nach der Lage, in die sie schließlich geraten, bald gänzlich verschiedene Erhaltungs-Zustände aufweisen. Das ist sehr auffallend und häufig in Strandregionen zu beobachten, die durch Auswürflinge, durch das »Spülicht«, gesäumt sind. WALTHER scheidet diesbezüglich den Strandwall von dem Flutwall. Der Strandwall befindet sich im Durchschnittsniveau des Meeresspiegels, der Flutwall hingegen entsteht durch die erhöhte Tätigkeit der sturmbewegten Wogen, und während Pflanzenteile und Tierreste (Conchylien) im Strandwall zerkleinert und abgeschliffen sind, finden wir sie im Flutwall gut erhalten.

Betrachten wir die Häckselbildungen etwas näher, so bemerken wir, daß die gleichwertigen Elemente derselben durchschnittlich die gleiche Größe aufweisen, also Holzstücke untereinander u. dergl. Aus der Größe der einzelnen Häcksel-Elemente kann man auf die mehr oder minder weitergehende Bearbeitung, die das Material erlitten hat, schließen.

Schwimmender Häcksel nimmt zur Richtung der Wasserbewegung eine andere Lage ein, oder, besser gesagt, verhält sich zur Bewegungsrichtung des Wassers anders wie Objekte, die spezifisch schwerer als Wasser sind wie Geschiebe aus Quarz, Granit, Sandstein und dergl.[1]).

Sind die einzelnen entstehenden Pflanzenteile von länglicher Form, so begeben sie sich natürlich, falls keine Hindernisse ent-

[1]) Vergl. über den letztgenannten Fall E. NOEL, Note sur l'orientation des galets dans un courant et la direction des courants en quelques points du grès vosgien (Bulletin mensuel des séances de la Société des Sciences de Nancy. 1906? [Separatabzug ohne Jahreszahl]).



gegenstehen, parallel zur Bewegungs-Richtung des Wassers resp. der Strömungsrichtung wie ein treibender Kahn oder Baumstamm nicht quer zur Strömungsrichtung einen Strom hinabgeflözt werden. Dadurch entsteht Parallel-Häcksel, der auch fossil oft zu beobachten ist, z. B. in den Pflanzenreste enthaltenden Culm-Gesteinen, die mit Recht als Strand- oder Flachsee-Sedimente angesehen werden [1]).

Figur 48.



Natürlicher Häcksel von Schilfrohr (Arundo phragmites) an einer Uferstelle des Stettiner Haffs.

Die einzelnen, gleich großen Häckselstücke liegen parallel zur Uferlinie.

Bei Driftungen an Land legen sich die Häcksel-Elemente hingegen senkrecht zur Stoß-Richtung des Wassers: Fig. 48. Hier entspricht daher die Längs-Richtung der Häcksel-Elemente nicht der Strömungs-Richtung des Wassers. Bei einer nachträglichen Bedeckung und Erhaltung des Häcksels wird man hier sehr leicht zu einem falschen Schluß geführt.

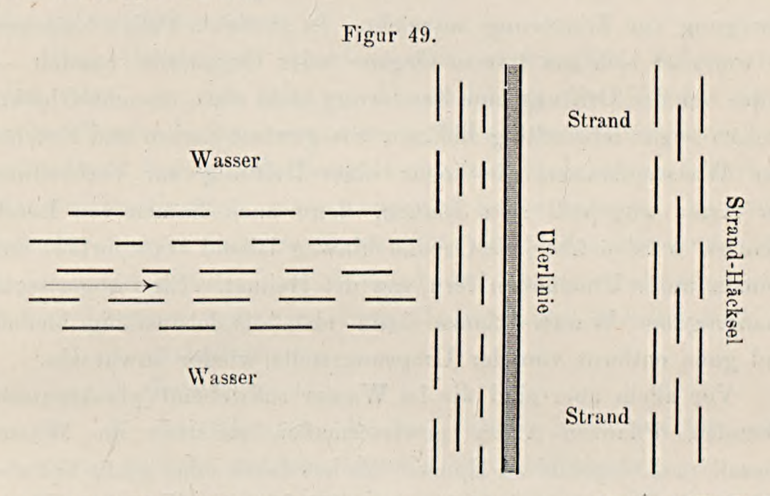
Unsere schematische Figur 49 soll das Gesagte näher veranschaulichen. Wo das Häcksel-Material noch im Wasser schwimmt, liegen die einzelnen Stücke in der Stoß-Richtung des Wassers,

[1]) Vergl. Fig. 42 auf S. 128 der 5. Aufl. meiner »Entstehung der Steinkohle«.



die angetriebenen Häckselelemente liegen aber parallel zur Uferlinie, weil sie mit einem ihrer Enden anstoßend umgelegt werden. Auf den Strand geworfen liegt aus gleichem Grunde der Häcksel parallel zur Uferlinie. (Vergl. Fig. 48.) Die Stelle, an der unsere Figur 48 aufgenommen wurde, zeigt das ausgezeichnet, leider sind aber bei dem bewegten Wasser die anschwimmenden noch im Wasser befindlichen Häcksel-Elemente auf der Photographie nicht herausgekommen.

Figur 49.



Schematische Darstellung der Lagerungsrichtung von Häcksel (—–—–—) zu der von dem Pfeil angegebenen Stoßrichtung des Wassers.

Ein relativ gleichmäßiges »Korn« von Häcksel ist insbesondere bei der Flözdrift zu beobachten, da hierbei eine Separation der leichter schwimmenden gegenüber den weniger leicht fortzubewegenden Elementen stattfindet. Dasselbe ist der Fall, wenn Torf oder Moder aufgearbeitet wieder zum Absatz gelangen.

Wenn mechanische Einwirkungen wie am Strande nicht stattfanden, so können — und dies ist besonders im schrankenlosen Meere der Fall — naturgemäß sehr große Strecken auch von zarten Organen zurückgelegt werden, ohne zu Häcksel zerkleinert oder zertrümmert zu werden — wie z. B. die vielen pflanzlichen Treibprodukte, das »Golfkraut«, im Karaibischen Meer —

und sie können schließlich zur Einbettung gelangen und dabei noch die ursprüngliche Form aufweisen. Nichtsdestoweniger ist doch der Gesamt-Eindruck eines solchen Pflanzenlagers meist auch dann ein anderer als eines solchen, das autochthonen Ursprungs ist: Die Reste zeigen weitere Zersetzungs-Stadien und ganz zarte Organe, wie dies z. B. fein zerteilte Farn-Wedel sind, sind doch nicht oder nur untergeordnet vorhanden und dann auch nur in kleineren Fetzen, da für solche zarteren Organe die bloße Wellenbewegung zur Zerstörung ausreicht. In gewissen Fällen hingegen — wenn es sich um festere Organe oder Organteile handelt — findet bei der Driftung eine Zerstörung nicht statt, manche Objekte können sogar lebensfähig bleiben, wie gewisse Samen und Früchte von Wasserpflanzen, die sogar einer Driftung zur Verbreitung der Arten angepaßt sein können, denn auch Samen von Landpflanzen werden über die Ozeane hinweg lebend transportiert und keimen unter Umständen fern von der Heimat. Eine abgerissene phanerogame Wasser-Pflanze kann ebenfalls lebensfähig bleiben und ganz entfernt von der Ursprungsstelle wieder anwurzeln.

Vor allem aber sind die im Wasser schwebend (planktonisch) lebenden Pflanzen-Arten gewissermaßen meistens im Wasser überall und nirgends zu Hause. Es hat daher seine große Schwierigkeit, insbesondere bei den ausschließlichen Wassergewächsen von Allochthonie zu reden.

Es ist denn auch durchaus nicht immer leicht, oft sogar unmöglich, Nahedrift, Ferndrift und namentlich bei Wasserpflanzen Drift von der aquatischen Autochthonie (Einbettung am Orte, wo die Pflanzen lebten) zu unterscheiden.

Als Spezialfall sei auf die bekannten Tang-Driften eingegangen, die im Meere nicht selten sind. v. Drygalsky z. B. spricht[1]) von *Macrocystis*- und *Durvillia*-Massen, die in der See bei Kerguelen am Schiff vorbeitrieben, »teilweise so dicht, daß darin die Wellen sich legten.« »Große Flächen von *Macrocystis* und *Durvillia* hinderten förmlich die Fahrt.« Über die »Sargasso-See« Näheres hinten unter »Flözdrift.«

---

[1]) v. Drygalski, Zum Kontinent des eisigen Südens 1904 S. 548.

Wo sich Steilküsten befinden, die Humuslager enthalten, werden diese vom Wasser mit abgebaut und — falls sie nicht in Umstände gelangen, die eine nunmehrige vollständige Verwesung herbeiführen — so wieder abgesetzt, daß ein fossiles Humuslager an zweiter Lagerstätte entsteht. Hält man dies zusammen mit dem oben S. 250/251 Gesagten, so ist ersichtlich, daß der umgelagerte Humus auch Reste von zur Zeit der Zerstörung seines Lagers lebenden, durch Nahe- oder Ferndrift hinzukommenden Pflanzen aufnehmen kann.

Diese Überlegung macht so recht eindringlich, daß es verkehrt wäre, vor der genauen Untersuchung der Genesis eines fossilen Humus-Lagers anzunehmen, daß alle in und bei demselben vorhandenen floristischen Elemente nun auch im Leben zu derselben Pflanzen-Gemeinschaft zusammengehört haben müssen. Es kann vielmehr ein und dasselbe Humus-Flöz entstanden sein und auch die im unterlagernden und überlagernden Gestein erhaltenen Reste können Elemente enthalten, deren Herkunft sich herleitet aus

1. Nahedrift,
2. Ferndrift und
3. von Pflanzen, die im Wasser selbst an Ort und Stelle wuchsen (aquatische Autochthonie).

Dies ist aber nur ein Beispiel; in Sonderfällen kann es noch komplizierter sein und es sei schon hier darauf hingewiesen, daß ähnliche Verhältnisse auch bei dem Fall eintreten können, den wir als den häufigsten für die Genesis der Humuslager ansehen müssen, bei der terrestrischen Autochthonie.

Übrigens ist die schlagendste Tatsache für das Gesagte die des Vorkommens von Landpflanzen-Resten zusammen mit Meerestieren. Vergl. S. 216 ff. Als weiteres Beispiel sei dafür ein von Früh (1885 S. 679—680) untersuchter Torf von Nykerk südlich der Zuidersee erwähnt, dessen Konstituenten herstammten »aus Mooren, Wald- und Kulturgebieten, welche sich, obwohl an und für sich recht leicht, in dem zwischen Schilfrohrhalmen recht sanft fließenden Wasser absetzen konnten, woselbst sie sich mit einigen brackischen oder marinen Algen und Tierformen mischten.«

Strand-(Ufer-)Drift.

Wir haben nun etwas eingehender die Erscheinungen der Strand- und Uferdrift zu betrachten.

Bei dem überall, und zwar in Kontinentalgebieten oft nur sehr wenig merkbaren, an den Küsten der Ozeane jedoch durch Ebbe und Flut hier sogar täglich stark wechselnden Wasserstand, zerfällt die Uferregion jenachdem mehr oder minder deutlich in Zonen, die vom Lande aus heißen:

1. Flutwall (vergl. S. 251). (Als Hochstrand bezeichnet L. Meyn [Sylt, 1876 S. 62] einen hochgelegenen alten Strand, der ein Überbleibsel hoher Sturmfluten ist.)

2. Strandwall (S. 251).

3. Schorre (gewöhnlich Strand im engeren Sinne, oder auch, wo Ebbe und Flut herrschen, Ebbestrand genannt). — Diejenige Region, die mehr oder minder regelmäßig, in kürzeren oder längeren Perioden einmal vom Wasser bedeckt, ein anderes Mal von ihm frei ist, also die Zone zwischen Hoch- und Niedrig-Wassser (vergl. Bd. II, S. 165).

4. Schelf. — Von manchen Ufern geht es seicht, allmählich in das Wasser hinein unterhalb der Schorre, dies wäre die Region des Schelf im Gegensatz zu der weiter nach dem Wasser zu mehr plötzlich abfallenden Region der

5. Tiefsee.

Es liegt auf der Hand, daß der Flutwall, wenn Gelegenheit war, zur Zeit des Hochwassers Pflanzenmaterial anzudriften, dieses unzerkleinert enthalten kann, daß jedoch der Strandwall, die Schorre oder gar die Brandungszone des Wassers in einem fort oder oft so bearbeitet werden, um natürlichen Häcksel zu bereiten oder auch Gerölle. Auch findet nach der Richtung hin eine Sonderung statt, als im allgemeinen von der Wasserkante nach dem Lande zu die Elemente sich sondern in schwerere und leichtere. Bei den Strömen sei diesbezüglich an die durch Hochwasser veranlaßten Überschwemmungen erinnert, die zuerst die groben Materialien, die Kiesel, sodann den Sand, drittens eine Zone mit feinem Ton absetzen und endlich als leichteste Materialien, die das

Wasser enthielt, eine humose Ablagerung erzeugen können, die somit dort zum Niederschlag gelangt, wo das Wasser am ruhigsten ist.

Die pflanzlichen Drift-Auswürfe des Meeresstrandes, die von Landpflanzen stammen, sind bei der Auffälligkeit der Erscheinung sehr lange bei den Bewohnern von Küsten-Ländern bekannt und auch die Wissenschaft hat sich früh mit dem Gegenstande beschäftigt; es kann im Folgenden nur auf einiges Wenige hingewiesen werden. Da die Stranddrift noch lebender und noch ganz frisch aussehender fremder Pflanzenteile und das Treibholz namentlich dorthin, wo sonst keine Gehölze oder doch nur ganz kleine wachsen, naturgemäß stets besondere Beachtung gefunden hat, sei auf diese beiden Fälle zunächst näher eingegangen.

Drift von Samen und Früchten. — Schon 1696 spricht Sloane[1]) von »Arten merkwürdiger Bohnen, die häufig auf dem Strande der Orkney-Inseln durch das Meer ausgeworfen werden.« Es handelte sich — wie Sloane richtig erkannte —, um Samen von *Entada scandens*, *Guilandina Bonduc* und *Mucuna pruriens*. Außer diesen werden und wurden noch an der Küste Skandinaviens und der genannten Inseln gefunden die ebenfalls auffälligen Kokos-Nüsse, Samen von *Cassia fistula* und *Abrus precatorius*[2]).

Bei Herrn Lehrer H. Philippsen in Utersum auf Föhr sah ich Samen von *Entada scandens*, die er am Westrande von Föhr aufgelesen hatte, und die nur mit dem Golfstrom dorthin gelangt sein können. Er schreibt mir noch, daß der Samen ziemlich regelmäßig antreibt, etwa alle 2 Jahre fand der Genannte einen Samen. Der in Rede stehende Same hat übrigens wegen seiner auffälligen Größe und der entfernten Ähnlichkeit mit dem der Kastanie auf Nowaja Semlja der einen Bucht den Namen Kastanienbucht eingetragen. In Norwegen angetriebene *Entada*-Samen wurden in Upsala zur Keimung gebracht. A. F. W. Schimper[3])

[1]) Nach Schimper, Die indo-malayische Strandflora 1891 S. 158.

[2]) Vergl. besonders W. B. Hemsley, Rep. scient. results voyage Challenger Botany I 1885.

[3]) Schimper, Die indo-malayische Strandflora. Jena 1891 S. 158 ff.

hat sich eingehend mit den »Driftsamen« und »Driftfrüchten« der indo-malayischen Inseln beschäftigt, insbesondere mit den Anpassungen, die ihre Schwimmfähigkeit bei den häufigen Wanderungen, die sie über weite Meeresstrecken antreten, bedingen und mit der Bedeutung der Meeresströmungen für die geographische Verbreitung der Strandgewächse. Er führt eine große Zahl von Arten auf, deren Samen und Früchte sich in der Stranddrift finden.

Als die Insel Krakatau in der Sundastraße durch die vulkanischen Eruptionen im August 1883 mit dem Verlust der Hälfte ihrer Oberfläche ihre gesamte Vegetation verlor, wurde sie bald wieder besiedelt, und zwar auch durch Pflanzen, deren Samen herzugedriftet worden waren. Als Melchior Treub[1]) 3 Jahre später (1886) die Insel besuchte, wurden in der Stranddrift Samen und Früchte der folgenden Arten gefunden: *Heritiera littoralis*, *Terminalia Katappa*, *Cocos nucifera*, *Pandanus*, *Barringtonia speciosa* und *Calophyllum inophyllum*. A. Ernst hat dann die Insel 1886, 1897 und 1906 besucht[2]). Er hat nicht weniger als 137 Pflanzenarten sammeln können, unter denen 92 Phanerogamen. Von diesen sind sicher 36 durch Meereströmungen auf die Insel gelangt, wahrscheinlich aber mehr (l. c. S. 356).

Treibhölzer. — Allbekannt sind die Treibhölzer, die — von weither angetrieben — sich an den tropischen Küsten bis zu denen der nördlichsten Meere finden.

An der Nordküste von Neu-Guinea traf die Gazelle[3]) Treibholzfelder, bestehend aus 5 m langen Baumstämmen, *Pandanus*-Früchten, *Sargassum*, *Spirula* und schwarzem Bimsstein. *Lepas* bedeckte die Unterseite der Baumstämme, und eine sägemehlartige Masse von Stabalgen schwamm im Wasser.

Von den Treibhölzern Grönlands und überhaupt vieler nordischer Länder ist sehr oft und immer wieder die Rede ge-

---

[1]) Treub, Notice sur la nouvelle Flore de Krakatau 1888.

[2]) Ernst, Die neue Flora der Vulkaninsel Krakatau (Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich 1908).

[3]) Studer, Gazelle I S. 198.



Figur 50. **Drift-Hölzer an der Küste der Amsterdam-Insel.**
Nach einer mir von Herrn Prof. A. G. Nathorst überlassenen, von ihm aufgenommenen Photographie.

wesen[1]). Die Figur 50 erläutert diese Treibholz-Stranddrift. »Island war von Norwegen am Schlusse des 9. Jahrhunderts nur kurze Zeit kolonisiert gewesen, als man in historischen Schriften schon das Treibholz als einen Gegenstand von so hoher Bedeutung erwähnt findet, daß darüber mehrere gesetzmäßige Bestimmungen gefaßt wurden«[2]).

»An[3]) der Nordküste dieser Insel besteht das Treibholz meist aus Nadelholz, doch kommt auch Laubholz vor. Im Jahre 1797 trieb viel westindisches Zuckerrohr an; tropische Nüsse sind garnicht ungewöhnlich. Das am Strande liegende Holz ist größtenteils alt und verrottet.«

Jetzt nehmen die speziell vom Golfstrom transportierten Zeugen der nord- und mittelamerikanischen Flora wesentlich ab, entsprechend der Abnahme der Wälder an den Ostküsten Amerikas. Sonst wurden u. a. lange Baumstämme gefunden und härtere Samen, und zwar Stämme z. B. von der Weymouthskiefer (*Pinus Strobus*) und die schon vorher genannten Samen. Einen Samen von *Entada scandens* fand Torell sogar (1861) im hohen eisigen Norden, nämlich am Nordoststrand von Spitzbergen angedriftet und Nathorst (l. c. S. 166) sammelte auf Spitzbergen einen Samen der westindischen *Quillandina Bonduc*. An der Torell'schen Stelle (Shoal-Point[4])) »ist der Strand überall mit ungeheuren Massen von Treibholz bedeckt.« »Die Hauptmasse des Holzes aber besteht aus *Larix*-Stämmen, welche von Sibirien stammen. Am Walter-Thymen-Fjord sieht man *Larix*-Stämme von 15 m Länge, meist mit Wurzeln, selten mit Ästen, aber immer ohne Rinde. Außer-

---

[1]) Vergl. diesbezüglich unter vielen anderen die Schriften von Rabot über seine Reisen in Rußland und im hohen Norden, ferner auch Nansen's Reisebeschreibung seiner Nordpol-Expedition und Nathorst's Expedition zur Aufsuchung Andrée's (Två somrar i norra ishafvet. Stockholm I. Bd. im 11. Kapitel). Dann H. J. Pearson's Three sommers among the Birds of Russian Lapland, London 1904, dann Roald Amundsen, »The North-West Passage« 1908. — Weitere Literatur im Folgenden.

[2]) F. C. Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873 S. 30 ff.

[3]) Thoroddsen, Petermanns Mitt. XXXIV S. 117.

[4]) Schübeler, l. c und Petermanns Mitteilungen XVI S. 232, 445.

dem findet man Rindenstücke von *Larix, Pinus, Betula, Juniperus*«. (WALTER, 1893/94 S. 851.)

Die von der 2. deutschen Nordpolexpedition an der Küste Ost-Grönlands aufgesammelten Treibholzreste stammten ebenfalls von Sibirien [1]).

Herr CHARLES RABOT in Paris, der Grönland, die Insel Jan Mayen und Spitzbergen besucht hat, hat — wie er mir schreibt — besonders viel Treibholz auf der Insel Jan Mayen beobachtet. Vergleichen wir eine geographische Karte, auf der die Meeresströmungen vermerkt sind, so sehen wir, daß diese Treibhölzer ebenfalls von Sibirien herstammen müssen, deren Flüsse gewaltige Holzquantitäten ins Meer flößen. Vor Jahren betraute — so teilt mir Herr RABOT mit — Rußland besondere Expeditionen mit der Aufgabe, die enormen Holz-Massen, die sich in Flüssen Sibiriens und des Gouvernements Perm angehäuft hatten, zu untersuchen, um deren Beseitigung anzubahnen. Herr RABOT hat selbst einen solchen Flußlauf verfolgt und Zahlen über die Holzmengen veröffentlicht. (»A travers la Russie boréale«).

FREDRIK INGVARSON, der eine generelle Untersuchung über das Treibholz im Nördlichen Eismeer angestellt hat [2]), kommt zu dem Schluß, daß für die Treibholz-Ansammlungen im Eismeere der Polarstrom zwar von überwiegender Bedeutung ist, daß aber selbst hier die Rolle des Golfstromes nicht ganz außer acht zu lassen ist.

EDUARD VON TOLL schildert die Herkunft der sibirischen Treibholzmassen u. a. wie folgt [3]):

»Die großen Ströme sind es, die zur Zeit des Eisganges und bei Hochwasser die bewaldeten Ufer, besonders ihres mittleren und unteren Laufes, unterspülen und nicht nur einzelne Bäume, die,

---

1) KRAUS, Über die Abstammung der auf der II. deutschen Nordpolexpedition gesammelten Treibhölzer. (Sitzungsber. d. physik.-medic. Societät zu Erlangen. 12. Febr. 1871.)

2) INGVARSON, Om drifveden i Norra Ishafvet (K. Svenska Vetenskaps-Akad. Handl. Stockholm 1903).

3) VON TOLL, Die russische Polarfahrt der »Sarja«. Herausgeg. von EMMY VON TOLL. Berlin 1909 S. 128—130.

ihrer Unterlage beraubt, ins Wasser stürzen, sondern oft ganze Gehölze, von mehreren Quadratfaden Umfang mit fortreißen und dem Meere zutragen. So ist mir dieses Bild besonders in lebhafter Erinnerung von der Jana her, wo nach dem Eisgang des Sommers 1885 kleine bewaldete Inselchen und einzelne Bäume stehend den Fluß abwärts getrieben wurden. Dasselbe Schauspiel vollzieht sich in allen Neben- und Zuflüssen der großen Ströme, und hier sammelt sich in Gebirgsgegenden oft eine solche Menge von Stämmen an, daß der Reisende nur mit der Axt sich Bahn durch diese natürlichen Barrikaden erkämpfen kann. Von einer Krümmung des Flusses in die andere geschoben, von einem Felsenkap des Stromes zum nächsten und so fort der Mündung zugetrieben, erreicht der entwurzelte, seiner Heimat oft auf Tausende von Wersten entrückte Baum, allen Schmuckes beraubt, ohne Zweige und Äste, ohne Rinde und Krone die Mündung des Stromes, das Eismeer. Doch auch hier kommt der Vertriebene noch nicht zur Ruhe. Der Strom, der nun das Meer, sein Endziel erreicht, reißt die der Pflanzenwelt geraubte Beute noch eine weite Strecke ins Meer hinein fort. Dort aber, wo der Strom aufhört, eine Sonderexistenz zu führen, wo er sich endlich mit dem Meere vereint, da fassen die Winde den bisherigen Raub des Stromes, das glattgerollte, hin- und hergestoßene Treibholz, und führen es weiter, bis sie es wie einen Spielball an eine Küste des Meeres hinaufschleudern. Natürlich häufen sich an den Mündungen der großen Ströme, oder an den in Luv der Winde, resp. Strömungen, gelegenen Küsten die meisten Hölzer an, so an der Lenamündung und den gegenüber gelegenen neusibirischen Inseln, oder am Jenissei-Busen, bei der Kuskin-Insel (Dicksen-Hafen) u. a. O.«

Sehr bekannt und oft zitiert ist die Schilderung Lyell's der Holzdrift im Mississippi (s. besonders seine 2. Reise nach Nordamerika II).

Bei der Fülle des vorhandenen Holzes habe ich versucht, in Canada kaustobiolithische Ablagerungen zu finden, die durch Driftung von Gehölzteilen entstanden sind. Man braucht nur einmal einen durch waldreiches Gebiet fließenden Strom in einem noch weniger kultivierten Gebiet streckenweise zu befahren, z. B. den

Columbia-River in Britisch-Columbien, um eine Vorstellung von der großen Menge von Baumstämmen zu gewinnen, die ständig, namentlich von Steilufern aus, bei ihrer Aufarbeitung durch den Fluß ins Wasser gelangen, um dann in Etappen gedriftet zu werden. So sind denn überall unglaubliche Mengen von Driftholz vorhanden, die man am Ufer, namentlich im Gebiet der Cordilleren, aber auch in Ost-Canada an den Ufern der Flüsse und Seen angeschwemmt findet, zuweilen zu »Holzbergen« so angehäuft, daß gelegentlich, wie ich das am Illecilliwaet-River östlich Revelstoke (British Columbien) sah, das fließende Wasser auf einer Strecke vollkommen den Blicken entschwindet[1]).

Meist liegen sie nach ihrem Untersinken unter das Wasser auf dem Boden, wo sie schließlich zur Ruhe kommen; es ist aber hervorzuheben, daß sie oft in eigentümlicher Weise untersinken, die in subfossilen oder fossilem Zustande wohl bei oberflächlichem Hinsehen den Eindruck erwecken könnte, als seien die Bäume dort gewachsen. In Strömen, die Treibholz führen, sinken schwimmende Baumstämme, die mit ihren Wurzeln ausgerissen wurden, mit den letzteren nach abwärts gerichtet unter, erst recht dann, wenn die verschwemmten Baumstämme mit schwereren, vielleicht noch mit umklammerten Steinen belastetem Wurzelwerk in tiefere Wasser gelangen. Sie sinken schließlich mit dem schwereren Teil unter und weisen schräg aufwärts stehend die Richtung des fließenden Wassers an. Solche »Lanzen« (snags) der Schiffer. Lanzen, die bei hohem Wasserstande ganz bedeckt sein und dann der Schiffahrt gefährlich werden können, wie das aus älterer Zeit u. a. vom Mississippi her bekannt ist, waren in Upper Arrow Lake (einer breiteren Stelle des Columbia River) bei Arrowheat in großer Zahl aus dem Wasser ragend zu sehen[2]).

[1]) Vergl. meinen Aufsatz: »Eine naturwissenschaftliche Exkursion durch Süd-Kanada«. Naturwissenschaftliche Wochenschrift vom 11. April 1909, S. 225 ff., Fortsetzung in der Nummer vom 18. April 1909 S. 241 ff. Vergl. hier besonders die Figuren auf S. 242 und 246.

[2]) Möglicherweise handelt es sich in den »im Wasser treibenden entwurzelten Eichen, die nach Plinius (Nat. histor. lib. XVI 2) einst der Schrecken der römischen Flotten in den nordwestdeutschen Binnengewässern waren« (Weber, Hochmoor Augstumal 1902 S. 221 Anm. 1) auch um solche Lanzen.

Zur Erzeugung und Erhaltung von Humuslagern durch solches Driftmaterial sind aber die Transportwege und die Ablagerungsstellen zu bewegt: es wird gewöhnlich alles mit der Zeit vollständig zersetzt. Nur gelegentlich finden hinreichend ständige und mächtigere Anhäufungen an ruhigeren Stellen statt, wo dann ein Humuslager entsteht. Dies ist z. B. der Fall am NO.-Ufer des Moyie Lake (British Columbien). Hier ist ein in der angedeuteten Weise entstandener, pulveriger Humus in ziemlicher Mächtigkeit vorhanden; er ist von schwärzlicher Farbe und durch das zerfallende Holz und die Rindenbestandteile etwa von der Beschaffenheit des Holzmulms auf alten Holzhöfen. Als ich dort war, wurde das weit aufs Land geworfene Driftholz gerade in mächtigen Haufen verbrannt, um die dort ebene Landfläche als Weide zu gewinnen. Außer Holz kommen hier und sonst, an Volumen freilich untergeordnet, auch gedriftete Blätter und Sprosse, besonders von Wasserpflanzen wie Nymphaeaceen, Potamogeten, Früchte und Samen u. dergl. hinzu.

An den Küsten wärmerer Meere verwest das Treibholz so rasch, daß es nicht erhalten bleibt wie im Polarkreise. Aber auch an wärmeren Küsten erhält sich natürlich Treibholz, wenn es dort zur Einbettung gelangt, wie das gelegentlich vorkommt. Gelangen regelmäßig Hölzer, die von Strömen gedriftet werden, bis an ihre Mündungen, so finden sie hier natürlich besonders günstige Bedingungen, im Deltagebiet eingebettet zu werden, wo sich denn auch solche Fälle und Holzberge beobachten lassen. So kann sich denn auch Holz in solchen Fällen fossil erhalten. Hierher scheinen die sogenannten »versteinerten Wälder« zu gehören, große Massen verkieselter Stammreste, die u. a. im Rotliegenden von Radowenz in Böhmen vorkommen, im Mesozoicum der Farbenwüste (Painted desert) von Arizona und im Tertiär östlich von Kairo. Auch verkohlt kommen fossile Drifthölzer vor. Alle diese fossilen Vorkommen haben das Gemeinschaftliche, daß die Stammreste verbrochen in der Schichtungsebene liegen und daß aufrechte Stümpfe nicht vorhanden sind.

Es ist zu erwähnen, daß außer Windbruch, der ins Wasser gerät, ferner außer von Steilufern abstürzenden Bäumen, von Hochwassern

und Eisgang gemähten Gehölzen auch durch die Tätigkeit von Tieren Beiträge zu der gedrifteten Holzmenge geliefert werden können. In erster Linie ist hier an den Biber zu denken, der durch das Fällen von Bäumen, das er vornimmt, die Aufhäufung von Holz an seinen Wohnstätten, wo er große und viele Ansammlungen verursacht, dadurch oft bemerkenswerte Beiträge für die Drift[1]) liefert. Gerade in Canada ist das der Fall — — — gewesen, vor der weitgehenden Vernichtung des Bibers.

Gerölle. — Daß Stranddrifthölzer und überhaupt festere Pflanzenteile genau so wie anorganisch-mineralische Gesteine, jedoch wegen der weniger festen Beschaffenheit schneller zu Geröllen, »Rollhölzern«, verarbeitet werden, wird man von vornherein annehmen. In der Tat finden sich oftmals Holzgerölle, abgerollte Coniferenzapfen u. dergl. an den Küsten, die eine pflanzliche Drift besitzen. Eine Abbildung findet sich in meiner »Entstehung der Steinkohle« 5. Aufl., 1910, S. 140, Fig. 49.

In unserer Zeit weitgehender Kultur mit ihrem gewaltigen Verkehr sind Gerölle, die von menschlichen Werkzeugen und sonstigen künstlichen Gegenständen herstammen, von Schiffsresten u. dergl. an den Küsten natürlich jetzt fast stets ebenfalls zu finden. (Es sei hier die Gelegenheit benutzt, den Lokalnamen Sprockholz zu erwähnen, der in Ostpreußen allgemein gebraucht wird, und von welchen mir Herr Prof. Alfred Jentzsch mitteilt: er bezeichne kurze, vom Wasser angespülte, mehr oder minder abgerollte Hölzer.)

Daß überhaupt aus allen festeren Teilen, die Gelegenheit haben, von bewegtem Wasser bearbeitet zu werden, Gerölle entstehen können, ist selbstverständlich; es sei diesbezüglich auch auf Bernstein-Gerölle und Harz-Gerölle usw. überhaupt hingewiesen, z. B. östlich von Friedrichshafen am Strande des Bodensees. O. Kirchner[2]) hat hier bernsteinähnliche Gerölle von »Fichten-

[1]) Von den vielen Abhandlungen, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigen, beziehungsweise auf die erwähnte Tätigkeit der Biber eingehen, sei nur die mit guten Illustrationen versehene Abhandlung von R. Collett, Baeveren i Norge, dens Udbredelse og Levemaade (1896) (Bergens Museums Ararbog 1897, Bergen 1898) zitiert.

[2]) Schröter u. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees. (Bodenseeforschungen, Neunter Abschnitt II. Lindau 1902) S. 39—42.

harz« in der Landpflanzenstranddrift von Langenargen gefunden. Auch ich war in der Lage, bernsteinähnliche Harzgerölle in diesem primär-allochthonen Moder, von der Fichte und wohl auch der Kiefer, zu beobachten, sowie von harzigen Substanzen, mit denen die Schiffe bestrichen werden. Bei der Veränderung, die diese Harzstücke erlitten haben, werden sie von Anwohnern direkt wie Kolophonium für Streichinstrumente benutzt.

Festeren Torf, aber auch alluviale bezw. diluviale Sapropelite sieht man besonders oft als Gerölle am Strande der Ost- und Nordsee, wenn diese Ablagerungen nachträglich unter den Meeresspiegel geraten sind und dadurch oft der Wasserbewegung, den Wellen und der Brandung preisgegeben sind.

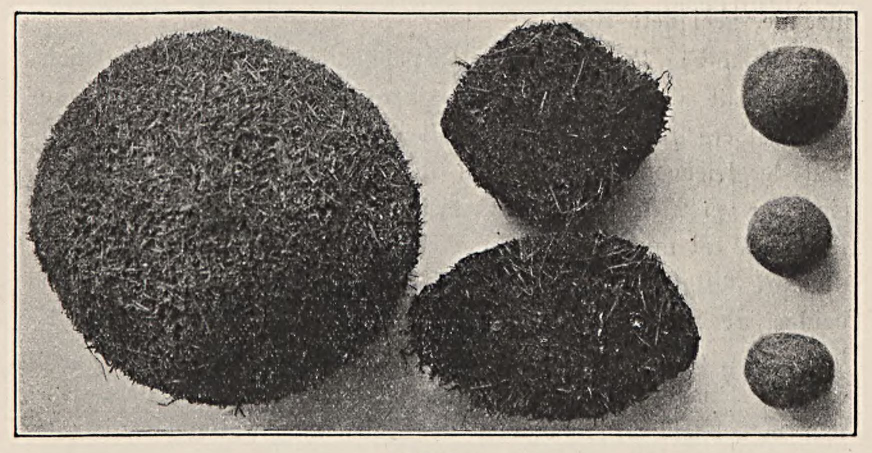
Solche Torfgerölle, von denen S. 219 (vergl. Fig. 47) die Rede war, werden gelegentlich Seekugeln (Klose, 1904 S. 17) genannt.

Seebälle. — Unsere Figuren 51 und 52 geben Beispiele von pflanzlichen Geröllen besonderer Art.

Während die üblichen Gerölle wie Kiesel- oder Holz- usw. Gerölle durch die formende Tätigkeit des Wassers aus ursprünglich größeren Stücken hervorgehen, die gewissermaßen zugeschnitten werden, gibt es auch Geröllformen, die im Gegensatz hierzu durch Aneinanderfügung getrennter Teile gebildet werden und zwar durch dieselbe Tätigkeit des Wassers, die sonst die echten Gerölle erzeugt.

Das ist zunächst der Fall bei den Genistpaketen, so genannt, weil diese Pakete wie Vogelnester (Geniste) aussehen. Genistpakete kommen durch das Ineinanderverfilzen und -verstricken herabgeschwemmter Pflanzenteile zustande; durch die dauernde Bewegung und die mechanischen Angriffe erhalten die bis storchnestgroßen oder noch größeren Pakete eine mehr oder minder kugelige bis walzige, geröllartige Form, wie ich das z. B. schön bei Hochwassern in der Saale und ganz besonders in der Loire bei Tours beobachten konnte. Vom Meeresstrande und aus größeren Landseen sind solche Genistpakete in noch besserer Geröllform unter dem Namen Seebälle (Aegagropilen, Meerballen, Seefladdern, so z. B. auf Usedom und Wollin genannt, See-

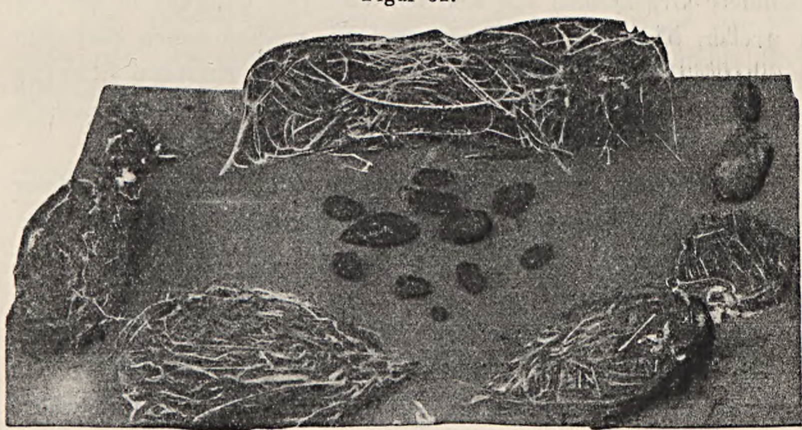
Figur 51.



Seebälle.

Etwa $\frac{1}{3}$ verkleinert. Nach C. Schröter.

Figur 52.



Seebälle vom Ostseestrande; in der Mitte Seeball-ähnliche Klumpen von Algen-Wasserblüte.

knödel namentlich in Süddeutschland, Seekugeln, Faserbälle, französisch boules de mer, pelotes fibreuses Forels, pilulae marinae der alten Apotheken) bekannt. In Fig. 51 sind Seebälle abgebildet. Sie entstehen bei der Bewegung im Wasser

und in der Strandregion und auf dem Strande durch sich verfilzende, geeignete Reste.

Die in Fig. 52 stark verkleinert abgebildeten Seebälle habe ich am Strande der Ostsee auf der Strecke zwischen Swinemünde und Kolberg gesammelt. Die großen Haufen von Pflanzenstengeln und dergleichen werden durch die Bewegung des Wassers ineinander verstrickt, wie das Genist oben von Fig. 52 veranschaulicht. Wird nun gar das eine Ende durch Einbettung in Sand u. dergl. festgehalten, so daß ein Schwanz entsteht, wie an den beiden Seebällen links und links unten Fig. 52, so ist die Rollbewegung, die der übrige Teil ständig ausführt, noch ausgiebiger für die schnelle Erreichung eines vollkommenen Seeballes, dem man es schließlich, wenn man die Entstehungsweise nicht kennt, gar nicht ansieht, um was es sich handelt. Denn der feine Filz, aus dem vollkommene Seebälle gebildet sind, und ihre schöne Kugel- oder Zylinderform erwecken den Gedanken, daß man etwa besondere Organismen vor sich hat. Es gibt übrigens in der Tat in großer Meerestiefe Organismen, die vollkommenen Seebällen täuschend ähnlich sehen, wie die von Franz Eilhard Schulze als Rhizopoden erkannten und von ihm *Psammetta erythrocytomorpha* benannten Tiere[1]).

Die großen Genistpakete sind gewöhnlich von ins Wasser geratenen Landpflanzenteilen zusammengesetzt. Gelegentlich kommen von solchen Seebälle besonderer Art vor, wie die von Caoz (Mitt. nat. Ges., Bern 1884 S. 44) beschriebenen, die aus Nadeln der Lärche *(Larix)* gebildet waren.

Die aus einem feinen Filz zusammengesetzten Seebälle geben aber stets durch die mikroskopische Untersuchung noch ihre wahre Natur zu erkennen.

Am Mittelmeerstrande Frankreichs und sonst am Mittelmeer, ebenso am Ostseestrande usw., findet man stellenweise Massen von solchen schönen Seebällen, bis zu Kopfgröße. Bei diesen aus feinem Material bestehenden Seebällen handelt es sich gewöhnlich

[1]) Schulze, Die Xenophyophoren (Wiss. Ergebn. d. deutschen Tiefsee-Expedition. Gustav Fischer in Jena, 1905). Taf. I, Fig. 1—3.

wesentlich um die resistenteren Skelettzellen (Bastfasern) von höheren Wasserpflanzen, aber naturgemäß können z. B. auch Tierhaare u. dergl. zu Seebällen Veranlassung geben.

An der Riviera bestehen die feinfilzigen Seebälle gewöhnlich aus Skelettzellen von Potamogetonaceen. Von *Posidonia oceanica* werden »durch Wellenbewegung von den Blattresten (gewöhnlich um ein Grundachsenbruchstück als Kern) zusammengedrehte bis kindskopfgroße Faserbälle« gebildet. (ASCHERSON, Potamogetonaceae in den Natürl. Pflanzenfamilien II, 1, Leipzig 1889 S. 207). Und von *Zostera marina* sagt CHARLES BERNARD (Naturwiss. Wochenschr., Jena, den 8. Februar 1903 S. 228): »Diese Pflanze wird von den Fluten abgerissen, am Strande hin- und hergewälzt; sie verliert ihre weicheren Gewebe, während die Skelettstränge (das Stereom) zurückbleiben, und diese verfilzen sich durch die ständige Hin- und Herbewegung wie verworrene Fäden, die zu kugeligen Gebilden verwoben werden. Wir haben alle Stadien von den abgerissenen, noch grünen Pflanzen bis zu den schön geformten »Aegagropilen« gefunden.« Fadenalgen können natürlich ebenfalls das Material für Seebälle abgeben.

Seeballähnliche Bildungen weisen *Cladophora*-Arten auf, besonders diejenigen einer Untergattung, die danach ihren Namen führt, nämlich die Untergattung *Aegagropila* (vom griech. aigagros die Gemse und pilos die Kugel)[1]). Diese Bälle entstehen durch Anheften junger Pflanzen an ein rundliches Steinchen oder an ein kleines Kalkskelett von *Lithothamnion*, die von den Wellen gedreht und gerollt den Pflanzen ermöglichen, die Unterlage allseitig zu bewachsen[2]).

---

[1]) Aegagropilen (Gemsenkugeln, Haarbälle, Bezoare) hießen ursprünglich Kugeln in dem Magen von Pflanzenfressern, die sich, aus Haaren und festeren Pflanzenfasern zusammengesetzt, durch die Bewegung in den Eingeweiden der Tiere zu Kugeln verfilzen. Auch diese wurden früher wie die Strand-Seebälle in der Medizin gebraucht (NEMNICH, Allgem. Polyglotten-Lexikon der Naturgeschichte I 1793 S. 85).

[2]) Vergl. besonders F. R. KJELLMANN, Zur Organographie und Systematik der Aegagropilen 1898. — ZEDERBAUER, »Seeknödel«-ähnliche Ballenbildung durch *Cladophora cornea*. K. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1902 S. 155—159.

Besonders merkwürdig sind den echten Seebällen vergleichbare grüne Kugeln oder geröllähnliche Massen von beträchtlicher Größe (ich beobachtete sie am Ostseestrande [von Swinewünde] bis über faustgroß) aus mikroskopisch kleinen Algen. Von diesen sehr eigentümlichen Seebällen habe ich in Fig. 52 in der Mitte 11 kleinere photographieren lassen. Ich habe sie in der Literatur nicht erwähnt gefunden und auch der gründliche Thallophyten-Kenner Herr Prof. G. LINDAU in Berlin teilt mir mit, daß über diese Art Seebälle noch nichts bekannt zu sein schiene.

Ist eine reichliche Algen-Wasserblüte vorhanden, so kann sie bei günstiger Windrichtung in großen Mengen einen breiigen, grünen, mehrere Zentimeter dicken Saum bildend an den Strand geworfen werden, zuweilen in solcher Fülle, daß sie mit Suppenlöffeln und Spaten aufgenommen werden kann. Eine solche Stranddrift und zwar von *Pediastrum* erwähnt SCHRÖTER (1904 S. 28); ich selbst habe u. a. schöne Stranddrift von Algen-Wasserblüte öfters an Stellen der Havel beobachtet; hier handelte es sich in den dicken schleimig-breiigen Ansammlungen fast um Reinkulturen von *Polycystis flos aquae*[1]). Daß solche Plankton-Algen-Stranddrift große Seebälle zu bilden imstande ist, ist überraschend. Die gallertigen Seebälle von Swinemünde bestehen nach freundlicher Bestimmung des Herrn Prof. M. MARSSON wesentlich aus *Microcystis elabens* KÜTZING (= *Polycystis elabens* [BRÉB.] KÜTZ. var. *ichthyolabe* [KTZ.] HANSG.) und *Clathrocystis aeruginosa;* manche Bälle aber — wie mir Herr Prof. LINDAU bestätigt — fast ausschließlich aus der letzgenannten Alge allein. Die minimalen, in selbsterzeugten Gallertklümpchen lebenden Kolonien von *Clathrocystis aeruginosa* sind häufig so massenhaft vorhanden, daß sie förmlich grüne Decken auf dem Wasser erzeugen. An den Strand geworfen, können die kleinen Kolonien dann vom Wasser hin- und herbewegt aneinanderbacken und so die erwähnten großen, weichen, grünen, eigentümlichen Geröllformen hervorbringen.

Lager von Stranddriftmaterial. — Es wurde schon S. 264

---

[1]) Vergl. auch P. B. NELSSON, Observations upon some algae which cause »water bloom.« (Minnesota Botanical Studies. Minneapolis 1903.)

bei Gelegenheit der Besprechung der Treibhölzer vermerkt, daß gelegentlich auch kleinere Lager von gedriftetem kaustobiolithischem Material unter besonderen Bedingungen und bei größeren Ansammlungen zu Wege kommen können; es erübrigt, noch etwas näher auf solche Lager einzugehen. Denn, wenn auch die pflanzlichen Auswürfe des Meeres und von Seen, die übrigens gelegentlich auch noch vom Winde weiter aufgehäuft werden können, keine oder nur ganz unbedeutende Lager zu erzeugen pflegen, so kommt die Bildung solcher doch vor.

Gehen wir zunächst auf die diesbezüglichen Verhältnisse an den Meeresküsten ein.

Die Pflanzen-Stranddrift dieser Küsten wird in der Tat gelegentlich durch Dünen oder Sedimente, die die Hochflut herbeigeschaft, bedeckt, wird aber dann — wie gesagt — nur die Ursache für vergleichsweise spärliche Kaustobiolith-Ablagerungen. In unserer geographischen Zone sind es am Meere vorwiegend Tange, und zwar Fucaceen und Laminarien, die bei ihrem geringen spezifischen Gewicht hier und da massenhaft an den Strand geworfen werden. Gelegentlich können die Tange und die mit ihnen zusammen an den Strand geworfenen Organismen den Sand schwarz verfärben. Oft habe ich solchen Sand an der Nordsee beobachtet. An der Luft oxydiert sich die färbende Substanz schnell, so daß die Oberfläche nur dann schwarz verfärbt erscheint, wenn die verflüssigten Materialien unmittelbar vorher hingelangt sind. So sieht man die oft mächtige Tang-Stranddrift Helgolands (Fig. 53) eine schwarze Flüssigkeit abgeben.

Wird die Tang-Stranddrift vor ihrer vollen Verwesung nachträglich durch toniges Gestein, Sand und Gerölle bedeckt, so können sie mehr oder minder fest werdende Ansammlungen organischer Substanz hinterlassen. Über solchen Tang-Saprokoll von Helgoland teilt mir Herr Prof. P. Kuckuck das Folgende mit. Dort wurde an der NO-Seite des Kurhauses beim Graben ein Tanglager gefunden, das, ehe der durch Antrieb an den Strand geworfene Tang hatte verwesen können, bei umsetzendem Winde mit Strandgeröllmassen überschüttet worden war. »Die Tange



Figur 53. **Tang-Stranddrift von Helgoland.** Nach einer von Prof. Kuckuck aufgenommenen Photographie.

waren gut erhalten, die Hauptmasse wurde von der sehr konsistenten *Desmarestia aculeata* gebildet.« Ich selbst konnte nur Spuren von solchem Material, und zwar aus Laminarien beobachten. Im Herbst 1904 wurde aber durch die Wirkung einer starken Brandung ein Tang-Saprokollager an der Küste des Unterlandes von Helgoland wieder an das Tageslicht gebracht. Es war nur einige Zentimeter mächtig. Auch an der nordfranzösischen Küste wurden einige Stellen mit Tang-Saprokoll beobachtet, aber es handelt sich immer nur um recht untergeordnete Vorkommen. »In[1]) die Bucht von Teven (Finisterre, Bretagne) führt das Meer beständig See-Tang hinein und lagert ihn daselbst ab. Dadurch hat sich eine sehr dichte, homogene, blättrige, aber cohärende und selbst politurfähige schwarze Masse gebildet, die 1500 m lang und 800 m breit ist[2]). (Nach WALTHER, Einleitung in die Geologie 1893/94, S. 854.)

Daß Wasserblüte als auffällige Stranddrift an den Strand gelangen kann, ergibt sich schon aus Mitteilungen in Bd. I. Am Stettiner Haff z. B. kann solche Stranddrift gelegentlich 15 cm dick auftreten. Vergl. auch vorliegenden Band S. 270.

Auch Seegräser bilden Stranddrift. An der Ostsee häuft sich *Zostera* gelegentlich mächtig am Strande auf und kann dann — falls sie von Sand bedeckt wird — durch einen Zersetzungsprozeß dunkelbraune Humus-Massen erzeugen[3]). Von Dünensand eingebettete *Zostera*-Ablagerungen konnte ich wiederholt am Nordseestrande, namentlich an Wattenmeerinseln beobachten, gelegentlich auch reinere Ablagerungen z. B. mehrfach am Strande von Sylt.

Die Uferdrift größerer Seen erinnert noch an die Stranddrift der Meere. Gelegentlich besitzen Seen eine besonders bemerkenswerte Stranddrift.

Die Figuren 54 und 55 zeigen torfartige Massen am Ufer des

---

[1]) BOBIERRE, Ann. chim. phys. XXX S. 376. Ref. Neues Jahrb. f. Min. 1852 S. 338.

[2]) Man benutzt sie als Düngemittel. Ihre Analyse ergibt: 83,3 % organische Substanz.

[3]) FISCHER-BENZON 1891 S. 35, 36.

Bodensees, die durch große Anhäufung von Stranddrift entstanden sind.

Wie die Tangstranddrift auffällige Strandwälle erzeugen kann, so auch angeschwemmte Pflanzenreste, die, ursprünglich dem Lande angehörend, ins Wasser geraten sind und nun von diesem wieder auf ein Ufer gebracht werden. Bei uns ist diesbezüglich besonders auffällig die aus Röhrichtbestandteilen, besonders Stengelteilen

Figur 54.

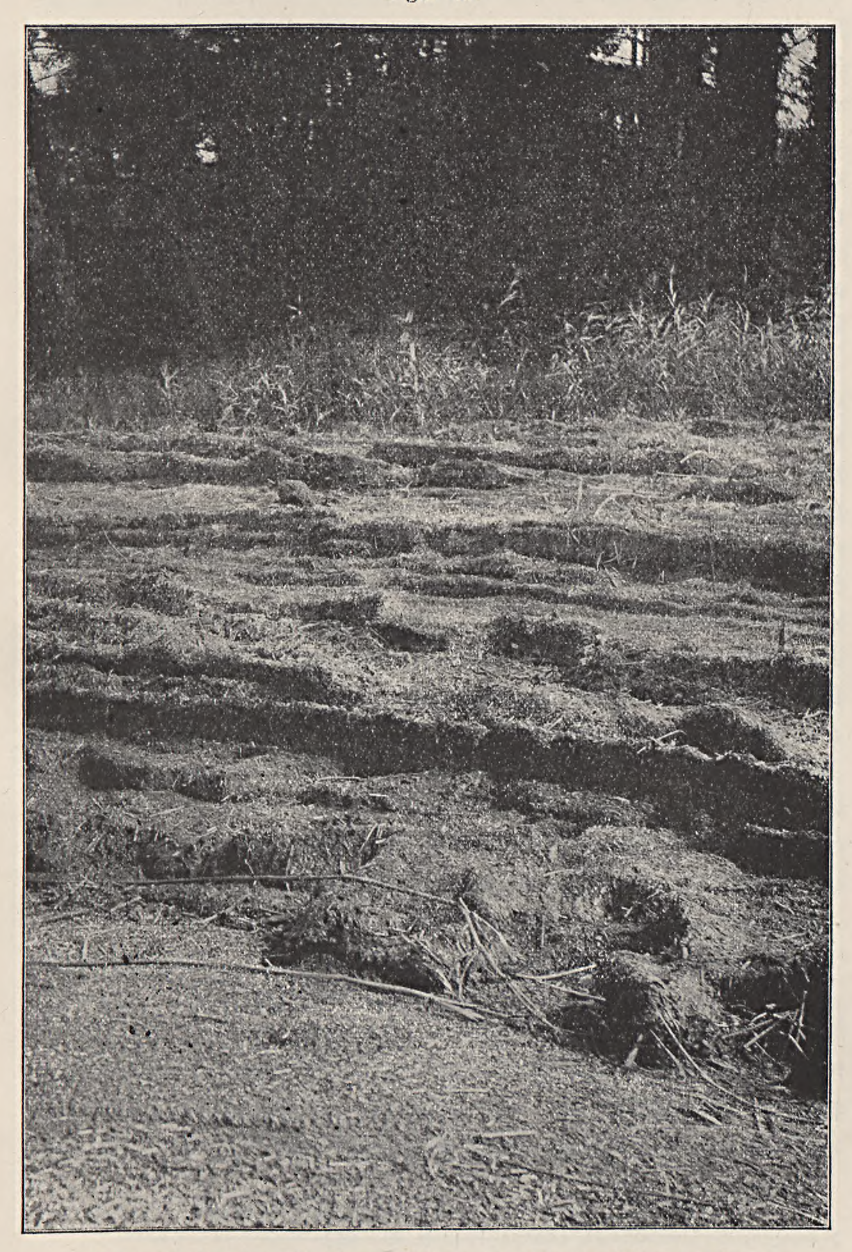


Anschwemmungen organischen Materials, das ein metertiefes Lager bildet. Unmittelbar am Strande »Häcksel«. Auf dem Lager liegen hin und wieder gerollte Harzstücke (»rezenter Bernstein«).

Bodensee: Gegend bei Langenargen. — Photographie von Prof. Kirchner.

von Rohrschilf (*Arundo phragmites*) zusammengesetzte Stranddrift, die in mehr oder minder mächtigen Ansammlungen vorkommt, freilich oft genug nur von niedergelegten und zu natürlichem Häcksel mehr oder minder zerkleinerten Massen der an demselben Ufer wachsenden Röhrichtpflanzen herstammend. Dieses Material kann sich ebenfalls zu Strandwällen anhäufen; sie begleiten die Ufer unserer havelländischen und anderer Gewässer, wie z. B. die

Figur 55.



Dasselbe Lager wie Figur 54, von größerer Nähe gesehen.

Die Photographie ließ ich bei meinem Studium des Lagers von einem Friedrichshafener Photographen aufnehmen.

Ufer des Müggelsees. Nur selten erhalten sich solche Ansammlungen in bemerkenswerteren Schichten, da oft genug alles verwest, insbesondere aber, weil diese Stranddrift von der Kultur beseitigt wird, und zwar dort, wo sie bis 1,5 m mächtig werden kann, wie an der Südküste des Stettiner Haffs, durch Verbrennung, damit die bedeckten lebenden — oft zum Schutz der Küste und im Interesse von Landgewinnung (so z. B. am Stettiner Haff, am Kurischen Haff, am Bodensee usw.) erst angepflanzten — Röhrichtbestände nicht »erstickt« werden. Freilich, ein wirkliches vollständiges Ersticken des Rohrschilfes speziell würde nur bei ausnahmsweise mächtigen Aufschüttungen erfolgen können, da *Arundo phragmites* die Fähigkeit besitzt, durch recht dicke Schichten wieder durchzustechen; aber die durchstehenden Sprosse bleiben doch zunächst kleiner und nehmen erst nach und nach wieder nutzbringende Größe an.

Die eben erwähnte natürliche, mächtigere Ablagerung von Landpflanzenstranddrift am Bodensee hat C. Schröter gemeinsam mit O. Kirchner beschrieben[1]). Er bezeichnet die Ablagerung als »Schwemmtorf«, und zwar setzt er hier das Wort selbst in Anführungsstriche; weiter unten sagt er dann nur: »Überführung mit Gesteinsmaterial würde zweifellos solche Anhäufungen zu einer ‚torfähnlichen' Schicht zusammenpressen.« J. Früh hingegen[2]) nennt das Material solcher Ablagerungen ohne Beschränkung Schwemmtorf. Es handelt sich um eine primär-allochtone Uferdrift.

Schröter beschreibt a. a. O. die größeren der in Rede stehenden Ablagerungen wie folgt:

»Die braunen Pflanzentrümmer bestehen aus abgerollten Holzstücken, Zweigfragmenten, Rindenfetzen, Rhizomteilen usw. und bilden eine über metertiefe Aufschüttung, in welcher die sukzessiven Wasserstände ihre parallel verlaufenden ‚Strandlinien' hinterlassen haben. Die Masse hat das Aussehen eines lockeren Torfes; sie ist von Wasser durchtränkt, und man sinkt tief darin ein; die

[1]) Schröter und Kirchner, Die Vegetation des Bodensees. (Bodenseeforschungen, 9. Abschnitt II. Lindau 1902 S. 39—42.)

[2]) Früh und Schröter, Die Moore der Schweiz 1904 S. 213.

Grundlage bildet der vollständig zerriebene feinere Detritus; eingestreut sind größere Pflanzenfragmente, die am Wasserrande von den Wellen hin- und herbewegt werden«. KIRCHNER[1]) hat auch bernsteinähnliche Gerölle von »Fichtenharz« im Schwemmoder von Langenargen gefunden. (Vergl. vorn S. 265.)

Ich habe die Stelle besucht und kann danach das Folgende berichten.

Was zunächst die mächtigste Ablagerung angeht, die sich zwischen der Schussenmündung und Langenargen (im Württembergischen) befindet, so stammt ihr Material von den Ufern der in den Bodensee mündenden Schussen, die bei Hochwasser zeitweilig viel Pflanzenmaterial erhält, wie ich das selbst noch zu beobachten in der Lage war, was aber nach Vervollständigung der begonnenen Regulierung ganz hintangehalten werden wird. Die Überschwemmungen schaffen auf den anliegenden Streuwiesen Abraum, der zum Teil mitgenommen wird, und das bewegtere Wasser des Flußbettes selbst bringt an den Steilküsten Bäume zum Sturz und reißt sie zum Teil mit sich fort. Als ich Ende August 1906 dort war, waren noch die Folgen aus dem Frühjahr zu beobachten. Der Fluß hatte durch reißende Gewalt von einer östlichen Steiluferstrecke ganze Stücke mit Vegetationsbestand, darunter große und ziemlich viele Bäume zum Sturz gebracht. Sobald das verschwemmte Material in das Wasser des Bodensees gerät, beginnt der Kampf zwischen der im Norden einmündenden Schussen, die es hinauszuführen bestrebt ist, so daß ihr bereits eine mächtige Sandbank im Bodensee vorgelagert ist, und zwischen dem von dem vorherrschenden West- und Südwestwinde gepeitschten Bodenseewasser. So kann[2]) bei Sturm in einem einzigen Tage soviel Pflanzendetritus an den Strand geworfen werden, daß 2 m mächtige Ablagerungen entstehen: wesentlich aus Material, das namentlich im Frühjahr, von der Schussen herausgeführt, Zeit hatte, sich voll Wasser zu

[1]) a. a. O. S. 40 und 41.

[2]) Nach zuverlässiger Mitteilung des Herrn Handelsgärtners ALBERT SCHÖLLHAMMER.

saugen und daher vor der Sandbank unterzusinken, um auf dem Boden des hier flachen Seewassers abgelagert zu werden. Das Material wird naturgemäß mehr oder minder separiert an den Strand geworfen und wird von den Anwohnern »Seekot« auch »Gemür« genannt.

Das in Rede stehende Lager befindet sich im Besitze des Herrn SCHÖLLHAMMER, der es zur Verwendung bei seinen Kulturen als »Gartenerde« abbaut. Zu der Zeit, als ich dort war, war es ziemlich tief ganz ausgetrocknet: ist es doch durch seine Lage am Nordufer des Sees der direkten Sonnenwirkung stark ausgesetzt. Hiermit dürfte es zusammenhängen, daß es mir bei diesem und überhaupt bei so exponierten Lagern nicht gelungen ist, in ihnen auch nur einen Regenwurm zu finden; auch Herr SCHÖLLHAMMER hat in seinem Lager nie einen gesehen. Es steht dies ganz in Gegensatz zu den Ablagerungen gleicher Art an vor der Sonne geschützteren Stellen am Südufer des Bodensees (auf der Schweizer Seite), z. B. östlich von Rorschach, wo ich im Schwemmmoder zahlreiche Regenwürmer auffand, während in bergfeuchtem Torfe (unentwässerter Reviere) eben Regenwürmer und ihre Begleiter niemals vorhanden sind. Die Ablagerungen sind verschieden, je nachdem ihr Material eine geringere oder größere Verschwemmung bezw. Wassereinwirkung erlitten hat. Ist dieser Einfluß gering, so sind die Materialien weit weniger ausgelaugt, als die z. B. von der Schussen gelieferten. Aber auch da, wo die Auslaugung eine geringere ist, ist doch der Einfluß der Atmosphärilien meistens ebenso weitgehend wie dort, wo sich — wie in geeigneten Wäldern — Moder bildet. Primär-allochthoner Torf könnte aus Pflanzendetritus nur da entstehen, wo dieser frisch in gehörigen Lagen an den Strand kommt und schnell genug, wie bei der Torfbildung, zum hinreichenden Abschluß vor den Atmosphärilien gelangt oder wo er unter stagnierendes Wasser gerät.

Außer Rohrschilfresten finden sich in den in Rede stehenden prim.-all. Moderlagern, deren Bestandteile alle den Charakter von natürlichem Häcksel tragen, Holzstücke und Gerölle, Blattreste der verschiedensten Pflanzenarten, Kiefern- und Fichtenzapfen und

andere Früchte und Samen. Die Samen, wenn nicht gerade ganz frisch herzugeführt, nur von solchen Arten, die eine resistentere Schale besitzen. So ist es bemerkenswert, daß von *Quercus-*, *Corylus-*, *Aesculus*-Samen sich nur die hohlen, leeren Schalen finden, ein Hinweis auf die reichlicheren Verwesungsbedingungen, die herrschen, so daß das zurückbleibende Gesamtmaterial in der Tat als Moder anzusprechen ist. Diese vielen, oft nur kleinen, zuweilen ohne bemerkbare Öffnungen versehenen leeren Schalen geben eine gute Erklärung ab für die Entstehung der so häufigen fossilen Samensteinkerne, z. B. des Carbons. Alles leichter Zersetzliche überhaupt ist in diesem primär-allochthonen Moder (Schwemmoder) verschwunden, sehr gegensätzlich zum Torf, in dem sich, sofern die Objekte von vornherein unter reine Fäulnisbedingungen geraten, noch leichtzersetzliche Teile vorfinden. Über bernsteinähnliche Harzgerölle vergl. weiter vorn S. 265 u. 277.

Ablagerungen ähnlich den am Bodensee habe ich bei uns noch wiederholt an den verschiedensten Örtlichkeiten, wenn auch nirgends in so großer Entwicklung wie bei Langenargen beobachten können. Eine besonders schöne Ablagerung dieser Art fand ich südlich Sarkau auf der Kurischen Nehrung, wo sich ein großes Arundinetum befand, dessen Boden aus primär-allochthonem Material bestand, gemischt mit den an Ort und Stelle zu Häcksel zerkleinerten Resten des Arundinetums selbst.

Flözdrift.

Wir kommen nun zur Flözdrift, anders ausgedrückt zu Humus-Ablagerungen, die durch allochthone Sedimentierung entstanden sind.

1. Primär-allochthone Flözdrift.

Die unter dieser Überschrift gemeinten Kaustobiolithe sind, wohl verstanden, durch Drift nicht humoser Teile zustande gekommen, die erst nach ihrer Ablagerung zu Humus werden und zwar je nachdem sie besondere Elemente vorwiegend enthalten, besonders charakterisiert z. B. als echter Blättertorf, wenn es

vorwiegend Laubblätter sind, die abgelagert wurden, Holztorf, wenn die Urmaterialien vorwiegend Holz waren usw. Vergl. Bd. II S. 103. Gelegentlich sind es in der Tat fast nur Blätter und zwar ganze natürliche »Flöße« (rafts), die z. B. in den Flüssen des atlantischen Teils der Vereinigten Staaten vorkommen. Hier sinken sie schließlich meist unter und werden von Sedimenten bedeckt[1]).

Nahedrift. — Holz, Blätter, Früchte, Samen, Pollenkörner, Sporen usw., die in ein Wasser, z. B. in einen See fallen und mehr oder minder schnell untergehen, können durch Sedimente, die etwa ein Zufluß herbeiführt, zur Einbettung gelangen und so als Fossilien erhalten bleiben oder auch bei größerer Anhäufung Veranlassung zu einem Humuslager geben. Oft findet dies dort statt, wo auch Wasserorganismen Humus resp. Sapropel erzeugen.

Die durch Nahedrift von Sporen und Pollen gebildeten Kaustobiolithe werden in dem Kapitel Liptobiolithe beschrieben.

Wenn in den aufgeführten Fällen auch die schwimmfähigen Pflanzenteile, bevor sie untersinken, auf der Oberfläche des Wassers hin und hergetrieben werden, so müssen sie ebenso wie der folgende Fall von der Ferndrift unterschieden werden.

Nicht nur die kontinentalen Gewässer, auch das Meer bietet Beispiele von Nahedrift.

Wo das Meer durch die Brandung Steilküsten erzeugt, deren zeitweilig abstürzende Massen oben Vegetation tragen, kann diese unter Umständen in der Nähe eingebettet werden. An der Ostsee z. B. finden sich solche Steilküsten[2]), deren Vorhandensein, wie der l. c. auf Taf. 3 gebotene, wichtig ist zur Erklärung von allochthonen Land-Pflanzenarten, die zusammen mit Meerestieren in Strandzonen-Gesteinen vorkommen. Die Aufarbeitung der lebenden Vegetationsdecke durch das Meer ist dann, wenn eine so-

---

[1]) Vergl. E. W. Berry, Leaf Rafts and Fossil Leaves. Torreya. VI. 12. S. 247—248, 1906.

[2]) Vergl. E. Geinitz und C. A. Weber, Über ein Moostorflager der postglazialen Föhrenzeit am Seestrande der Rostocker Heide. Arch. d. Ver. d. Fr. d. Naturgesch. in Mecklenburg. 58. 1904. 15 Seiten, 1 Kärtchen und 4 Tafeln.

fortige oder doch baldige Einbettung erfolgt, so abweichend von derjenigen weit gedrifteter Pflanzenmaterialien, daß in den überwiegenden Fällen eine Beurteilung, ob es sich um fossile Pflanzenreste, die einer Nah- oder einer Ferndrift unterlegen waren, nicht schwierig ist.

Auch Blätter und überhaupt zartere Organe und Organteile finden sich durch die Nahedrift aufbewahrt, die durch Ferndrift meist zerstört oder doch so unkenntlich gemacht oder zerkleinert werden, daß ein und dieselbe Flora in beiden Fällen in fossiler Erhaltung einen gänzlich verschiedenen Eindruck machen kann.

Pflanzenreste, die durch Nahedrift eingebettet und uns fossil überkommen sind, sind zwar vielfach vorhanden, allein Kohlen-Ablagerungen könnte man — es sei denn, daß die im Liegenden und Hangenden eingebetteten Fossilien durch ihre Erhaltung zweifellos darauf hinweisen — nicht mit Sicherheit hierauf zurückführen; sie sind auch selten. Dies entspricht ganz der heutigen Seltenheit von Humuslagen, die durch Nahe-Drift zusammengebracht wurden.

Ferndrift. — Zur Erklärung der Genesis fossiler Humus-Lager wurde aber seit Lyell's Darstellung besonders viel Bezug genommen auf ein bestimmtes Beispiel von Ferndrift, nämlich auf das Mississippidelta, welches vom Strom massenhaft herabgeschwemmte Pflanzenteile enthält, die, nachher von Schlammmassen bedeckt, torfig-kohlige Ablagerungen zwischen tonigen Schichten bilden. Zu natürlichen Holz- und überhaupt Vegetationsflößen (Rafts) vereinigte Stämme und Pflanzenreste kommen den Mississippi herunter, die, gewaltige Dimensionen erreichend, geradezu Inseln bilden können. Das ist auch anderwärts oft beobachtet worden, wie z. B. am Kongo.

Aber auch das Meer gibt naturgemäß insbesondere Beispiele für Ferndrift her, ist doch der Schritt vom Delta zum Meer nicht nennenswert. Ein Strom, der seinem Delta Pflanzenreste zuführt, muß auch solche ins Meer befördern können und die vorn, S. 256 bis 262, behandelte Stranddrift weist ja schon nachdrücklich auf weiten Transport im Meere hin.

Ferndrift ist besonders Seereisenden seit jeher aufgefallen. Bei der großen Produktion organischer Substanz in den Tropen sind es in erster Linie die mächtigen tropischen Ströme, die Hölzer (Baumstämme usw.), Zweige, Blätter, Früchte, ja ganze Vegetationsinseln ins Meer bringen. Solche Inseln sind bis mehrere 100 km weit von den Mündungen entfernt im Meere angetroffen worden, so vor Sumatra, dem Kongo-, dem Amazonenstrom usw. Besonders viel gelangt natürlich gleich im Mündungsgebiet der Ströme zur Einbettung, wo Landpflanzenreste zusammen mit Meerestierresten charakteristisch sind. Es ist zu beachten, daß treibende Bäume in ihrem Wurzelwerk auch Steine weithin mitführen und schließlich irgendwo ablagern können.

Daß die beförderten Objekte aber durchaus nicht alle an einen »Strand« gelangen, sondern auch untersinken und am Meeresgrunde verbleiben, ist wiederholt beobachtet worden, fand man doch »im Karaibischen Meer[1]) Orangen, Zuckerrohr, Mangoblätter 1800 bis 2740 m tief« (nach WALTHER, Einl. i. d. Geol. 1893/94, S. 157) und »auf der Leeseite[2]) der Westindischen Inseln ist der Meeresgrund bis über 2800 m übersät mit großen Massen von Holz, frischen und verwesenden Baumzweigen, Blättern und Früchten in allen Stadien der Zersetzung« (nach WALTHER, l. c. S. 679). Gelegentlich kann man auch eine Einbettung solcher Reste beobachten, so sind »Unmassen[3]) verwesender Baumzweige und Blätter den Globigerinenschichten zwischen Mexiko und den Galapagos beigemischt« (nach WALTHER, l. c. S. 157).

An manchen Stellen in den Ozeanen sind gewiß auch Landpflanzenreste vorhanden, die noch weniger gut erhalten, durch Transport und Zersetzung soweit ramponiert und unkenntlich sind, daß dort nur noch klein zerteiltes Pflanzenmaterial zu bemerken ist.

Es liegt hier so recht auf der Hand, wie Florenelemente der verschiedensten Vegetationsgemeinschaften bei der Flözdrift zusammen zur Einbettung gelangen können: Teile der Landvegetation

---

1) MOSELEY, Nature 1880 S. 593.

2) AGASSIZ, Bull. Mus. Comp. Anat. 1892. XXIII, 1, II S. 12.

3) AGASSIZ, Bull. Mus. Comp. Zool. 1892 S. 11.

aus nächster Nähe können zusammenkommen mit solchen einer ganz anderen Vegetationsgemeinschaft, die durch Ferndrift herbeigeführt wurden, und endlich können auch Wasserpflanzen, wie Algen, ein gemeinsames Grab mit den Landpflanzenresten finden. Das allermeiste von dem Ferndriftmaterial verschwindet allerdings durch vollständige Verwesung, wie im Folgenden noch näher betont wird.

Als Anhang zu diesem Abschnitt sei auf das sog. Sargasso-Meer des Atlantischen Ozeans eingegangen, weil immer wieder die Vorstellung auftaucht, daß sich in den tiefsten Meerestiefen kaustobiolithische Lager bilden müßten, deren reichlich vorhandenes Urmaterial in diesem Falle die Alge *Sargassum bacciferum* sei, und weil ferner diese vermeintlichen Lager nun gar zur Erklärung der Entstehung der Steinkohlen des Carbons seit Friedr. Mohr immer wieder herangezogen werden.

Wenn auch *Sargassum bacciferum*, das wesentlich die schwimmenden Massen des Sargasso-Meeres liefert, eigentlich eine an festen Gesteinen der Ostküste Nordamerikas festsitzende Lebensweise hat, so bleiben die massenhaft abgerissenen und nun von Meeresströmungen in den Golfwirbel des Atlantischen Ozeans geführten, abgerissenen Stücke doch noch lange am Leben.

Das *Sargassum* wandert[1]) im Sommer aus dem Golfstromgebiet nach Südosten und überschreitet im Winter 30° nördl. Br., im Frühling 25° Br. Die *Sargassum*-Stücke kommen aus dem Floridastrom, und zwar genauer aus dem Ursprungsgebiet im Karaibischen Mittelmeer, dessen Inseln und Küsten der Strom mit starkem Laufe bestreicht. Erfahrene Seeleute wissen, daß jeder sommerliche Tropenorkan mit wütender Brandung den Tang abreißt und der Drift überantwortet. Die Stücke können schwimmend wohl ein paar Jahre Lebensdauer bewahren, da es Lebensbedingungen in sich und der Umgebung findet. »Freilich aber werden die Ernährungsverhältnisse gegenüber dem Wachstum am Strande insofern ungünstiger sein, als der Strom die losgelösten Pflanzen mit ihrer ganzen Wasserumgebung zugleich fortführt, deren Nahrungsstoffe

[1]) Nach Krümmel, Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. Kiel und Leipzig 1892.

sich also verringern und schließlich fast erschöpfen müssen, wenn nicht die Atmosphäre für neue Zufuhr, etwa durch salpetersäurereiche Gewitterregen sorgt.« Sehr selten nur besitzt das treibende *Sargassum* Geschlechtsorgane. Eine Vermehrung durch Zweigbildung kann ebenfalls als ausgeschlossen gelten: dazu sind die Bedingungen der Ernährung zu ungünstig. Das Endschicksal jedes treibenden Stückes ist immer dasselbe: die Bryozoen umspinnen mit ihren Kalknetzen die Schwimmblasen, die schließlich spröde werden und abbrechen, worauf die Alge versinkt.

Auf dem Meeresboden bilden aber die Algen und Meerespflanzen — soweit bekannt — keinen Faulschlamm und auch Humusablagerungen kommen dort nicht vor, sondern alles zersetzt sich bald zu gasförmigen und flüssigen Produkten, offenbar auch dann, wenn partiell größere Ansammlungen auf dem Meeresboden zuwege gebracht werden sollten. Dies muß wenigstens nach den bisherigen Detailbeobachtungen angenommen werden, die beachtenswerte Humusbildungen bis jetzt nicht ans Tageslicht befördert haben, es handle sich denn um untergegangene Landmoore (S. 216 ff.).

Die Wasserpflanzen des Meeres selbst, die ein Hauptkontingent für die Humuslager sein müßten, sind im Leben meist spezifisch leichter als Wasser und Walther (l. c. S. 678 und 853) meint daher, daß sie daher keine Lager der genannten Art im Meere bilden könnten, da sie eben gewöhnlich nicht untersinken. Dem ist entgegenzuhalten, daß wirklich abgestorbene Reste dennoch bald untergehen und daß auch die Bildung von Faulschlamm aus Algen, für die hinsichtlich ihres spezifischen Gewichtes dasselbe gilt wie für Meerespflanzen, der Walther'schen Meinung widerspricht. Vielmehr zersetzen sich abgestorbene Meerespflanzen — und hier kommen vor allem Tange in Frage — in dem ständig bewegten Wasser schnell und leicht, so daß kein festes kohlenstoffreiches Produkt übrigbleibt[1]). Es fehlt im Meere die Stagnation von abgeschlossenem Wasser, die bei der Entstehung von Kaustobiolithlagern im Wasser von Wichtigkeit ist.

[1]) Vergl. auch R. v. Fischer-Benzon, Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein 1891 S. 35.

Wo Stagnation statthat, da entsteht auch ein solches Lager und im Meere kann dies nur an Örtlichkeiten wie versteckteren Buchten u. dergl. verwirklicht sein. Vergl. auch Bd. I, S. 73—74.

Tiefseegrundproben, die ich daraufhin untersuchen konnte, ergaben denn auch beim Glühen unter Luftabschluß keine Schwarz- oder Dunkelfärbung als Zeichen, daß organische Substanz kaum vorhanden war. Die Proben — ich verdankte sie Herrn Prof. PHILIPPI von der Gauß-Expedition — waren Globigerinen-Schlamm (Station 116), Diatomeen-Schlamm (Station 45), Roter Ton (Station 11, aus 5317 m Tiefe) und ein marin-glaziales Sediment (Station 63, aus 2715 m Tiefe).

E. PHILIPPI beantwortet die Frage[1]): Können sich organische Substanzen auf dem Boden der Tiefsee anhäufen? etwa wie folgt: Auf den ersten Blick erscheint es unbedenklich, die Frage zu bejahen, im Hinblick auf Funde von fernher stammender Pflanzen-Teile von AGASSIZ im Karaibischen Meere und im Stillen Ozean zwischen Kalifornien und den Galapagos. Dieser erhielt nämlich auf Dretschzügen in 1800—3000 m Tiefe große Massen von Zweigen, Blättern und anderen Pflanzenteilen; eine andere Frage ist es jedoch, ob es hier wirklich zur Bildung von organischen Ablagerungen kommt. Es ist sehr wohl denkbar, daß sich diese Pflanzenreste am Boden der Tiefsee zersetzen, ebenso wie auf dem Lande die abgestorbenen Pflanzenteile in vielen tropischen und auch anderen Gebieten, ohne auch nur eine Spur von organischem Sediment zu bilden. Sollte sich aber in den von AGASSIZ beobachteten Fällen wirklich organische Substanz am Grunde der Tiefsee anhäufen, so wird es sich doch nur um einen ganz speziellen Fall handeln, der nicht ohne weiteres auf die großen landfernen Ablagerungen der Tiefsee übertragen werden kann.

Wenn wir absehen von dem Material, das von der Küste her verschleppt ist, so wird organische Substanz, die sich am Boden der Tiefsee ansammelt, im wesentlichen von dem in höheren Wasserschichten und speziell in der Nähe der Oberfläche treiben-

---

[1]) PHILIPPI, Über organische Ablagerungen am Grunde der Tiefsee. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift. Jena, d. 13. März 1904 S. 381—382.)

den Plankton stammen; Nekton und Benthos sind für den Aufbau der Tiefseeablagerungen ohne Bedeutung. Man wird also sagen dürfen, daß von vornherein dort die Aussichten für eine Sedimentierung organischer Substanz am günstigsten liegen müssen, wo das reichste Planktonleben zu beobachten ist. Man wird aber dabei im Auge behalten müssen, daß der weitaus größte Teil der absterbenden organischen Substanz wiederum zur Ernährung der planktonischen oder nektonischen Tiere dient, also gar nicht auf den Meeresboden gelangt. Immerhin mag ein, wenn auch kleiner Prozentsatz von Tier- und Pflanzenleichen den Meeresboden erreichen.

Auch von diesem wird noch immer ein gewisser Teil von dem Benthos der Tiefsee verarbeitet werden. Der Rest aber könnte sich dann zu organischen Ablagerungen anhäufen — wenn er nicht verweste. Ist im Meereswasser der Tiefsee noch genügend freier Sauerstoff vorhanden, um die zugeführte organische Substanz zu oxydieren, so wird nie eine Anhäufung derselben stattfinden können, mit einer Ausnahme allerdings; wenn nämlich die Sedimentablagerung anorganischer Substanzen, z. B. von Ton oder Kalk, so rasch vor sich geht, daß die niedersinkende organische Substanz rasch eingehüllt und damit der oxydierenden Wirkung des Seewassers entzogen wird.

Das sauerstoffreiche Wasser der Tiefsee stammt von der Oberfläche und ist dank seiner tieferen Temperatur oder dem höheren Salzgehalte allmählich zu Boden gesunken. In den Weltmeeren ist die Quelle des Tiefenwassers in den Polargebieten, speziell im Südpolargebiet zu suchen. Wo eine derartige absteigende Wasserzirkulation fehlt, wie z. B. im Schwarzen Meere, ist der Sauerstoff des Tiefenwassers ungenügend zur Oxydation der organischen Substanz, es findet eine Reduktion der Sulfate zu Sulfiden statt, durch welche das Tiefenwasser mit Schwefelwasserstoff imprägniert wird.

Theoretisch wird man also eine Anhäufung von organischer Substanz am Boden der Tiefsee dort erwarten dürfen, wo das planktonische Tier- und Pflanzenleben der Oberflächenschichten sehr reich ist und wo entweder das Tiefenwasser arm an Sauer-

stoff ist oder dem Meeresboden sehr reichlich anorganisches Sedimentmaterial zugeführt wird. Sehen wir nun, wie sich mit diesen Forderungen die Erfahrungen der Tiefsee-Expeditionen vereinigen lassen.

In seiner klassischen Bearbeitung der »Tiefseeablagerungen, welche vom Challenger erlotet wurden«, gibt JOHN MURRAY an, daß sich Spuren von organischer Substanz in nahezu allen Grundproben der Tiefsee fanden. In den roten Tonen und anderen rein pelagischen Sedimenten ist jedoch die Menge der organischen Substanz sehr viel geringer als in den terrigenen, wie z. B. im blauen Schlick. Jedoch kommt es auch bei den landnahen Tiefseeablagerungen zu keiner irgendwie nennenswerten Anreicherung von organischer Substanz, wie aus den Analysen zu ersehen ist.

Wichtigere Aufschlüsse gibt uns CONRAD NATTERER in einer Reihe Berichte über die Chemie des östlichen Mittelmeeres, des Marmara- und des Roten Meeres. Er sagt darüber: »Man könnte erwarten —, daß im Meer ein Gleichgewicht zwischen Bildung und Zerstörung organischer Substanz besteht. Dies ist jedoch nicht der Fall. Der unleugbare Verbrauch von freiem Sauerstoff in den Meerestiefen hat nicht eine entsprechende Vermehrung der Kohlensäure zur Folge, vielmehr dient dieser Sauerstoff hauptsächlich zur Bildung von Zwischenprodukten der Oxydation organischer Substanzen, welche Zwischenprodukte ebenso wie die sonstigen organischen Reste von Pflanzen und Tieren nur zum geringsten Teil in Lösung sind oder in Lösung gehen, sondern zum größten Teil auf dem Meeresgrunde abgelagert werden.

Es bilden also im östlichen Mittelmeere und wahrscheinlich auch in weiten Gebieten der Ozeane die Meerespflanzen eine bedeutend größere Menge organischer Substanzen, als gleichzeitig bis zur vollständigen Zerstörung oxydiert wird.«

Zu einer besonders starken Anreicherung von organischer Substanz kommt es nach NATTERER an dem unterseeischen Abhang der Küsten von Syrien und Palästina. Dadurch wird eine Reduktion der schwefelsauren Salze und Bildung von Schwefeleisen bewirkt; es bilde sich aber auch, was von besonderem Interesse sei, Petroleum, das in Spuren im Tiefenschlamm und in

dem darüber stehenden Wasser nachgewiesen werden konnte. Ähnlich liegen die Verhältnisse am Ausgange des Golfes von Suez, wo ebenfalls das Schlammwasser Spuren von Petroleum enthielt. NATTERER meint sogar, daß das Petroleumvorkommen auf der benachbarten afrikanischen Küste (am Djebel Zeït) durch capillares Aufsteigen des im Tiefschlamme sich bildenden Petroleums zu erklären wäre. In ähnlicher Weise findet sich Petroleum an der syrischen Küste bei Alexandrette in der Nähe des petroleumhaltigen Meeresschlammes. (Es ist mir aber wahrscheinlich, daß das Petroleum umgekehrt aus alten Lagerstätten ins Meer geraten ist. — POTONIÉ.)

Im allgemeinen dürfte sich die Frage unter Zugrundelegung der leider noch sehr spärlichen praktischen Erfahrungen wohl dahin beantworten lassen, daß organische Substanz sich wohl nie am Grunde der küstenfernen, wohl aber im Gebiete der küstennahen Tiefsee anreichern kann. Besonders bevorzugt erscheinen in dieser Hinsicht Binnenmeere, im Weltmeere die Mündungsgebiete großer Ströme. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse werden aber derartige submarin abgelagerte Massen von organischer Substanz eher gasförmige oder flüssige, als feste Kohlenstoffverbindungen hinterlassen.

Soweit im wesentlichen PHILIPPI's Antwort, die wir nur wenig für unsere Zwecke abgeändert haben. Wir ersehen daraus, daß irgendwie bemerkenswerte Ablagerungen organischer Massen am Grunde der offenen Meere, die sich auch nur von fern z. B. mit werdenden Steinkohlen-Ablagerungen vergleichen ließen, nicht vorhanden sind.

2. Sekundär-allochthone Flözdrift.

Ebenso wie alle Gesteinsprodukte — sofern sie nur durch Wasser transportfähig sind — kann natürlich auch Humus, rezenter oder fossiler, vom Wasser aufgearbeitet und nach einem Transport wieder abgesetzt werden. Findet eine solche Umlagerung mit Torf statt, so sprechen wir von sekundär-allochthonem Torf. Synonyme dafür sind: Schlämmtorf[1]), Schlemm-

[1]) FRÜH, Torf und Dopplerit, 1883 S. 38.

torf[1]), Muddetorf[2]), Torf-Detritus oder Moor-Schlamm und Häcksel-Torf[3]).

Er ist oft sehr homogen aufgearbeitet, hat (im Gegensatz zu den autochthonen Torfen) wenig Zusammenhang und enthält zuweilen viele eingeschwemmte Holzstücke, auch ganze Stämme. Zuerst ist er naturgemäß sehr wäßrig, fließend[4]). Der sekundär-allochthone Torf ist daran leicht zu erkennen, das er sich, in Wasser getan, meist leicht in feinen Torfdetritus zerlegen läßt, namentlich nach längerem Stehen in dem Wasser. Andere solche Torfe enthalten, wie gesagt, gröbere Pflanzenteile und sie sind dann leicht mit Bildungen zu verwechseln, die durch Drift noch nicht humoser Teile entstanden sind; natürlich kann ein primär-allochthoner Torf aber solche Teile enthalten.

Daß sekundär-allochthoner Torf mit anderen Materialien wie Sand- und Ton-Sedimenten vermischt auftreten kann, ist selbstverständlich. Geht die Vermischung so weit, daß nur einzelne Elemente des Torfes dem Gestein beigemengt sind, so erscheinen diese wie Stranddrift-Häcksel. Man darf demnach nicht in jedem Falle bei Vorhandensein von gleichmäßigem Häcksel in einem Ton oder Sand eine Stranddrift annehmen.

Die Separation der feineren von den gröberen und der ihrem spezifischen Gewicht nach verschiedenen Elemente ist beim sekundär-allochthonen Torf naturgemäß ebenso zu beobachten wie beim primär-allochthonen Torf.

Auf den Fall des Zusammen-Vorkommens von sekundär-allochthonem Humus mit autochthonen Pflanzen ist besonders aufmerksam zu machen. So fangen bei uns die am Wasser stehenden Schilfdickichte eventuell reichlich angeschwemmte Pflanzenteile und bereits fertige Humusbildungen auf und halten sie fest, wodurch eine Vermischung von authochthonem und Drift-Material zuwege kommt.

Ganz rezente Humusablagerungen werden überhaupt nicht selten

---

[1]) Sitenski, Torfmoore Böhmens, 1891 S. 189 und 191.
[2]) Weber, Augstumal 1902, S. 206, 1904 S. 7.
[3]) Früh, Moore der Schweiz, 1904 S. 245.
[4]) Weber, Augstumal 1902 S. 220.

durch Wasser verschleppt. Wo die Gewässer des Vorlandes des Usambara-Gebirges in Deutsch-Ost-Afrika — sagt z. B. AD. ENGLER[1]) — »von den bewaldeten Gebirgen herunterkommen und fortdauernd humose Bestandteile herabführen, da hat sich schwarzer Alluvialboden gebildet.« In den Tropen ist bei den starken Regen die Verschwemmung von Humus eine generelle Erscheinung. F. WOHLTMANN sagt diesbezüglich[2]): Es »pflegen die ungeheuer heftigen und oft auch lang anhaltenden Niederschläge, welche in einer Minute 1—2 mm Wasser und darüber zu liefern imstande sind, dazu beitragen, daß in den Tropen die in der Vermoderung begriffenen organischen Substanzen ihrem ursprünglichen Lagerungsorte bald entführt werden und keine tiefe schichtmäßige Ablagerung erfahren. Nur da, wo der Boden durch dichten, undurchdringlichen Urwald geschützt wird und namentlich langsam und schwer vermodernde Baumfarne die niedere Vegetation bilden, oder wo eine flache, horizontale Lage des Bodens den Gewässern einen schnellen Abzug versagt, pflegen unter Umständen Humusbildungen vor sich zu gehen; nicht minder auch dort, wo äolisch fortbewegte Staubmassen die Vegetationsdecken der Steppen und Prärien alljährlich zur Trockenzeit ersticken und einbetten. Im übrigen reißen die mächtigen, abfließenden Regenmassen die locker gelagerten vermodernden Substanzen mit sich fort. Wer einmal die Wässer des Kongo gesehen, dem wird nie die kaffeebraune Färbung desselben aus der Erinnerung schwinden, welche meilenweit ins Meer hinaus dem Schiffer die Nähe dieses gewaltigen Stromes verrät und bei der Menge der fortgeführten organischen Substanzen dereinst ein meilenweit ins Meer sich vorschiebendes Delta verspricht. Jene geradezu auffällige Menge braunfärbender organischer Substanz — wie sie übrigens auch in anderen westafrikanischen Flüssen anzutreffen ist — entstammt dem mittleren und oberen Lauf des Kongo und der großen Zahl seiner gleichfalls zumeist braun gefärbten Nebenflüsse, die sich im weiten Kongo-

---

[1]) ENGLER, Vegetationsformationen Ost-Afrikas (Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde. Berlin 1903 S. 399).

[2]) WOHLTMANN, Handbuch der Trop. Agrikultur. I. Die natürlichen Faktoren der Tropischen Agrikultur. Leipzig 1892.

becken sammeln«[1]). Stets wird man in den Tropenländern bemerken, daß die Flüsse, zumal zur Regenzeit, eine außerordentlich schmutzige bis dunkelbraune Färbung besitzen, eine Folge der Fortspülung und Auswaschung organischer Substanzen, nachdem die Atmosphärilien, von tierischen und pflanzlichen Zerstörern unterstützt, den Zersetzungsprozeß einer üppigen Vegetation eingeleitet.

Im Kleinen kann man die Driftung von Moder in unseren Wäldern — namentlich nach stärkeren Regengüssen (z. B. auch im Grunewald bei Berlin) — natürlich dann besonders gut beobachten, wenn es sich um welliges Terrain handelt.

Mächtigere Ablagerungen der angegebenen Entstehung haben wir schon Bd. II S. 70—76 bei Besprechung des Alpenmoders kennen gelernt; niemals aber sind sie in ihrer Ausdehnung und Häufigkeit auch nur entfernt mit Moortorf-Ablagerungen (Mooren) zu vergleichen, wenn auch gelegentlich der verschwemmte Humus in alluvialen Ablagerungen namentlich großer tropischer Ströme (vergl. unter Tropenmoore S. 189) sich in Lagern vorfindet.

Moor-Ausbrüche und -Rutschungen.

Von dem Transport in fließendem Wasser sind die Erscheinungen wie die Moorausbrüche u. dergl., bei denen allerdings das Wasser ebenfalls eine Rolle mitspielt, zu unterscheiden.

Bei diesen Vorgängen haben wir es ebenfalls mit Umlagerungen bereits vorhandener Humusbänke zu tun, so daß die neugebildeten solche an zweiter Lagerstätte sind. Dieser Vorgang ist naturgemäß nur mit Humuslagern möglich, die sich noch im weichen Zustande befinden, noch nicht verfestigt sind.

Jakob Früh[2]) berichtet von über 30 Fällen von »Moorausbrüchen«, die übrigens in Irland eine gewöhnliche und sehr alt-

[1]) Vergl. hierzu Wissmann, Meine zweite Durchquerung Äquatorialafrikas, Frankfurt a. O. 1890. Anhang 3. Profile der Wasseradern des Kassaigebietes.

[2]) Früh, Über Moorausbrüche. (Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich 1898, 42. Jahrg. S. 202 ff.) Auch Früh u. Schröter, Moore der Schweiz 1904 S. 184.

bekannte Erscheinung sind[1]. Sie sind gleitend sich bewegende Massen (»Schlipfe«), also Rutschungen, oder fließende Massen (»Murgänge«)[2] zuweilen sehr dünnflüssiger Natur und zwar von Hochmooren. Die besonders nach nassen Tagen, wenn große aufgenommene Wassermassen einen riesigen Druck auf die unteren Torfschichten ausüben, erfolgenden Ausbrüche finden gelegentlich am tiefer liegenden Ende der Moore statt, dort wo häufig eine natürliche Entwässerung stattfindet. Diese Moorströme können sich, alles verwüstend, weit ins Land ergießen und, wenn sie einen See oder das Meer erreichen, dort unter dem Wasser Humusablagerungen bedingen.

Rutschungen von Humus- also auch Moorpartien kommen auch an Steilküsten vor, die oben eine Moor- usw. Bedeckung tragen. Man kann dann gelegentlich beobachten, daß ganze Moorstücke herabrutschen, nachdem die Brandungswellen durch hinreichende Unterspülung vorgearbeitet haben. JULIUS SCHUMANN hat seinerzeit für die untergegangenen Wälder an der Ostseeküste die folgende Beschreibung geliefert[3], die auch für manche Fälle zutrifft:

»Ist die Düne mit Wald bestanden, und durch eine Grasnarbe gegen das Weiterrücken gestützt, so müssen zuerst Abfälle entstehen, dann Senkungen und Rutsche, die so langsam erfolgt sein mögen, daß der Wald sich mehrfach erneuern konnte. So sind bewaldete Strecken mit senkrecht stehenden Bäumen bis an die Uferlinie und endlich beim weiteren Vorrücken der See bis unter die Wellen geraten.«

Bei uns in Deutschland werden wohl an passenden Stellen gelegentlich auch Moorausbrüche stattgefunden haben. Ein Reißen von Moorstrecken kommt auch heute noch hier und anderweitig vor.

---

[1] Vergl. u. a. z. B. auch HUNTER in dem Magazine Natural History, Mai 1836 (Referat in POGGENDORF's Annal. 1836 S. 515), ferner VON HOFF, Geschichte der durch Überlief. nachgewiesenen natürl. Veränderungen der Erdoberfläche. III. Teil 1834 S. 31.

[2] Nach FRÜH, Moore der Schweiz, 1904, S. 182 ist Mur und Moor dasselbe Wort.

[3] SCHUMANN, Ein Wald unter dem Walde: 1859. In »Geologische Wanderungen durch Altpreußen.« Gesammelte Aufsätze. Königsberg 1869 S. 29.

»Die mit dem Auseinandergleiten der Masse verbundene Oberflächenvergrößerung — sagt C. A. WEBER (Zeitschrift der Deut. Geolog. Gesell. 1910 S. 149—150) — äußert sich gewöhnlich in der Weise, daß man über das Moor parallel mit den Rändern laufende, meist etwas unregelmäßig gestaltete nasse Schlenken sich ziehen sieht, die den Hauptreißlinien entsprechen.« Sehr schöne Risse dieser Art habe ich an dem nach dem Kurischen Haff zugewendeten Teil des Hochmoores bei Agilla beobachtet. Durch den randlichen Torfabbau der Torfstreu- usw. Fabrik reißt dort das Moor regelmäßig in mehr oder minder parallelen Streifen ein und die Lücken füllen sich mit Wasser. Streckenweise ist hier das Moor dadurch gänzlich unbegehbar geworden.

Ablagerungen durch Vermittelung des Windes.

Daß der Wind leichte Pflanzenreste weit zu transportieren vermag und mit Staub mikroskopische Organismen außerordentlich große Entfernungen zurücklegen, ist lange bekannt. Hierher würde auch der sogenannte »Schwefelregen« gehören, von dem in Bd. I S. 90 die Rede war; er trägt seinen Namen von der meist hellgelben Farbe des Pollens der in Betracht kommenden Windblütler. Auffallendere Erscheinungen derart sind mehrfach in der Literatur registriert worden. EHRENBERG berichtet z. B.[1]) von »Meteorpapier« (vergl. Bd. I S. 142), das 1686 in Kurland mit Schneegestöber aus der Atmosphäre herabgefallen war.

Primär-allochthone Wehen. — Der Transport von Kaustobiolith bildenden Teilen durch die Luft kommt schon in Frage bei der Erzeugung der Streudecke. Die von den Bäumen und Sträuchern abfallenden Blätter, Zweige, Früchte und Samen sowie umgefallene und sonst absterbende Pflanzen unterliegen einer mehr oder minder weiten Luftwanderung, bevor sie die Streudecke vermehren helfen. Es kommen zur Bildung derselben aber noch hinzu die Elemente der Bodenflora und tierische Reste.

---

[1]) EHRENBERG, Bericht über die von Herrn GÖPPERT eingesandte natürliche papierartige Masse aus Schlesien von 1736. (Verhandl. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1841 S. 225—227.)

Gelegentlich können pflanzliche Teile in großen Mengen sich zu Ablagerungen anhäufen, wenn sie durch den Wind an bestimmte, geschützte Stellen zusammengetragen werden, insbesondere ist das bei Laubblättern zu beobachten und man spricht dann von Laubwehen. Wie Eisenbahnzüge im Schnee stecken bleiben können, so kann das auch gelegentlich einmal durch mächtige Laubwehen geschehen. Das ist im Herbst 1908 sogar bei uns auf der Strecke von Kottbus nach Weißwasser der Fall gewesen. Je nach den Bedingungen, welche die Orte bieten, wohin das verwehte Pflanzenmaterial gelangt ist, kann es natürlich nachher doch noch vollständig wieder verschwinden oder zu einem Kaustobiolith werden.

Freilich wird man einen Unterschied zwischen der Genesis des Moders und Trockentorfs einerseits und des Moortorfs andererseits in manchen Fällen namentlich dann nicht mehr statuieren können, wenn z. B. Trockentorf nur von einem niedrigen Pflanzenbestand ausgeht wie der Heidetrockentorf (Heide-Rohhumus).

Anders ist es, wenn die durch die Luft transportierten Pflanzenteile ins Wasser geraten, hier schließlich meist als »Nahedrift« untersinken und unter Wasser Humusansammlungen bedingen oder bereits durch Wasserpflanzen und -Tiere gebildete Faulschlammbildungen vermehren helfen.

Sekundär-allochthone Wehen. — Besonders bemerkenswert und lange bekannt sind die Humuswehen, d. h. vom Winde aufgenommener Humusstaub. Meist wird es sich bei solchen Absätzen um die Entstehung einer Moderablagerung handeln, da auch der aus Torf hervorgegangene Staub (vergl. Bd. I S. 69) zum Moder zu rechnen ist. Es wird sich also meistens um Moderwehen handeln (gewöhnlich als Mullwehen bezeichnet, ein Ausdruck, der aber nunmehr zu verlassen ist, da Mull jetzt eine andere Definition erhalten hat (vergl. Bd. II S. 52). Schon 1794 schildert JAMES ANDERSON[1]) die mit Erosionsfurchen versehenen Moore von Aberdeenshire in Hochschottland, über denen man bereits aus der Ferne die großen

[1]) Nach FRÜH, Moor-Ausbrüche 1898 S. 235.

Wolken von »Staubtorf« erkennen kann, die der Wind aufgeblasen hat. Aus Lappland hat KIHLMANN[1]) Humuswehen beschrieben, wo durch Frost aufgelockerter und ausgetrockneter Moorboden vom Winde transportiert und dann zu Dünen aufgehäuft wird. Bei uns sind die künstlichen Entwässerungen eine Bedingung zur Erzeugung von Humuswehen, namentlich wenn die absterbende Vegetation und ein starkes Austrocknen der Oberfläche den Torfboden an die Oberfläche bringt. Die schwarze Farbe des Torfes ist bei Sonnenschein sehr geeignet, ihn stark zu erwärmen und trocknet ihn dementsprechend scharf aus, indem er dann zu Pulver zerfällt. Man kann das auch in Braunkohlen-Tagebauen beobachten mit dem so lästigen Braunkohlenstaub. Bei uns hat man auffälligere Humuswehen nach seiner Entwässerung auf dem etwa 24 km langen und 2,5 bis 6 km breiten Wietingsmoor, einem Hochmoor im Regierungsbezirk Hannover, beobachten können, wo nach F. BRÜGMANN[2]) hauptsächlich durch die gar zu starke Ausnutzung der toten Hochmoorfläche als Weide für die Heidschnucken für die Kultur sehr störende Humuswehen die Folge waren. »Die Nachbargrundstücke wurden gefährdet, auf einer Neubauerei bei Ströhen drang der Moorstaub schon in die Wohnräume und überlagerte die Ackerländerei; die Ländereien einer früheren Windmühle . . . . . sind noch heute mit Moorstaub überlagert, die Gebäude abgerissen.« Ich selbst kenne Humuswehen u. a. besonders von einer stärker entwässerten und ebenfalls durch zu starke Weide der Vegetation fast beraubten Fläche auf dem südlichen Teil des Hochmoores nördlich von Triangel. Auch das Kahlschälen (der »Plaggenhieb«) befördert natürlich die Erscheinung, ebenso das Abbrennen von Moorflächen.

Es sei auch hier auf den Pseudo-Kryokonit auf Schnee- und Eisfeldern der Alpen (auch auf den Rocky mountains in Ka-

---

[1]) KIHLMANN, Pflanzenbiologische Studien in Russ.-Lappland 1889—1890 S. 128.

[2]) Vergl. BRÜGMANN, »Die landwirtschaftl. Kulturen im Wietingsmoor« und »Die Deckung der Sand- und Mullwehen im Wietingsmoore« (Mitt. des Vereins zur Förder. d. Moorkultur i. Deutsch. Reiche. Herausgegeb. v. GRAHL, Berlin 1891 Nr. 10 S. 161—171 und Nr. 11 S. 186—189.)

nada sah ich dasselbe) hingewiesen, von dem Bd. I S. 238 die Rede war, und zwar nach einem Referat in der früheren Zeitschrift »Humboldt« (1888). »Das oberbayerische Bauernsprichwort: »der Schnee düngt«, welches hauptsächlich auf die Alpenwiesen angewandt wird, illustriert die Tatsache, daß die eben vom Winterschnee befreiten Rasenflächen ein besonders üppiges Wachstum zeigen. In der Tat liefert Gebirgsschnee, welcher nicht einmal alt zu sein braucht, nach dem Schmelzen einen dunklen Rückstand, der bis zu 50 v. H. und mehr aus organischen Resten — Bruchstücken von Föhrennadeln, Alpenrosenblättern, Rinde, Harz, Holz, Bast, Moos, Algen, Pilzen, Pollen, Samen, Haaren, Käferflügeln usw. besteht. Daß ein kleiner Firnfleck von 1000 cbm Inhalt, der in 1800—2200 m Höhe liegt, beim Abschmelzen in der Regel mehr als 1 kg trocknen Niederschlags mit 25 und mehr Prozent organischer Substanz liefert, kann nach Ratzel (Mitt. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins 1887) für bewiesen gelten. Die unorganischen Substanzen des Rückstandes (in einzelnen Fällen nur 20 v. H.) enthalten bis 32,4 v. H. Eisenoxyd, oft auch Oxydul. Die organischen Bestandteile sind zum weitaus größten Teil durch aufsteigende Luftströme zugeführt, vom Schnee aber festgehalten und vor weiterer Verwehung geschützt worden. Sicher nicht zu übersehen sind die organischen Massen, welche durch die oft Meilen von Firnfeldern bedeckende und tief in den Firn dringende Alpenvegetation des *Protococcus nivalis* (roter Schnee) erzeugt werden, ebensowenig die Reste der oft zahllos auftretenden Gletscherflöhe. Die Reste der nach oben geführten Insekten bilden stellenweise eine Hauptnahrung der Schneedohlen. Schulz fand auf dem Eise kaum einen Quadratzoll, auf welchem nicht mehrere Mücken und Fliegen zu sehen gewesen wären. Schnee, der ein Jahr liegt, zeigt diese fremden Beimengungen in der schon von ferne wahrnehmbaren schmutzigen Farbe. Die gröberen Elemente des Schmutzes bleiben an der Oberfläche liegen, die feinsten sickern mit dem Schmelzwasser durch den Schnee durch und setzen sich an dessen Unterseite als höchst zarter, samtartig sich anfühlender

Schlamm ab. In starker Schmelzung befindliche, unten hohl liegende Firnmassen lassen so viel Schlamm nach unten gelangen, daß sich dichtgedrängte Wülstchen bilden, welche an Kothäufchen der Regenwürmer erinnern und gegen 75 v. H. organische Substanz enthalten. Wo ein Firnfleck dem bewachsenen Boden unmittelbar aufliegt, legt sich das Schneesediment diesem dicht an und bereichert ihn mit fein zerteilten Massen, die einen über die gewöhnliche Zusammensetzung des Humusbodens hinausgehenden Anteil organischer Stoffe enthalten. Das Hinaufreichen der Vegetation in den Hochgebirgen schneereicher Gebiete, wie unsere Alpen, die Kahlheit der höheren Teile des Apennin, der südlichen Sierra Nevada Kaliforniens, des Libanon und ähnlicher an dauernden Schneelagen armer Gebirge, auf denen die feinen staubartigen Massen nicht oder viel schwerer Boden fassen, ist durch die humusbildende Tätigkeit der Schnee- und Firnlager zu erklären. Der Reichtum an Humuserde, welchen unsere Alpen in Regionen aufweisen, wo kaum ein grünes Hälmchen mehr zu erblicken ist, gehört zu den merkwürdigsten Erscheinungen. Die gewöhnliche Wiesenerde der Alpenmatten enthält 16—20 v. H., der fette, schwarze, an fettesten Moorgrund erinnernde Boden in der oberen Legföhrenregion und auf den Graslehnen stellenweise über 60 v. H. organische Substanz. Der Moorcharakter der Hochgebirgsflora wird bei solcher Zusammensetzung des Bodens verständlich.« (D.)

Bei den Humuswehen handelt es sich also um die bloße nachträgliche, durch den Wind besorgte Aufarbeitung von bereits vorgebildetem Humus, der dann zu Dünen angehäuft werden kann. Wo ein nachträglicher Abschluß vor der Luft stattfindet, vermag sich wohl einmal davon etwas dauernd zu erhalten; aber irgend eine hervorragendere Rolle spielen die Wehen oder daraus entstandene Ablagerungen nicht. In ruhiges Wasser geraten mag eingeblasener Humusstaub sich öfter dauernd erhalten, dann gewöhnlich vermischt mit Sapropel.

Lufttransport kommt also in Frage bei der Bildung

von Humus an 1. Lagerstätte und zwar entsteht

auf dem Trocknen Streudeckenmaterial, das entweder

Moder[1]) od. Trockentorf[1]) erzeugen kann.

, wenn das Material ins Wasser gerät, primär-allochthoner Torf.

von Humus an 2. Lagerstätte: Humus-Dünen, Pseudo-Kryokonit u. dergl.

Die Frage, inwiefern durch Drift — die so gern und so oft zur Erklärung der fossilen Humuslager herangezogen wurde — heute dauerndere Humuslager erzeugt werden, beantwortet sich nach dem Vorausgehenden dahin, daß die Ausbeute recht schwach ist: wie untergeordnet erscheinen z. B. die doch immerhin bemerkenswerten Driftablagerungen des Mississippi in seinem Delta gegenüber den großen Waldmooren (den Cypress-Swamps) an diesem mächtigen Strom, von denen wir Bd. II S. 243, 264, 275 und 303 geredet haben.

[1]) Es ist wohl zu beachten, daß besonders Moder aber auch Trockentorf außerdem auch die Reste der Bodenorganismen enthalten (vergl. Bd. II S. 68 u. 79).

Liptobiolithe.

Die Stoffe, aus denen die zu den Liptobiolithen zu zählenden Kaustobiolithe bestehen, sind schwer verweslich. Bei hinreichender Produktion durch die Pflanzen bleiben sie leicht nach der vollständigen Verwesung der übrigen Bestandteile zurück. Aus einer sehr stark harz-, wachsharz- und wachshaltigen Flora können daher die genannten Produkte als Gesteine bezw. Minerale zurückgelassen werden, daher der Name Liptobiolith (vom griechischen leiptos, latinisiert liptos = zurückgelassen und Biolith). In der 1. Auflage S. 80 hatte ich die Kaustobiolithe dieser Gruppe als Pyromonimite bezeichnet (vom griechischen *pyros* das Feuer und *monimos* bleibend oder ausdauernd); da aber dieser Terminus nicht recht gefiel, überdies mißverständlich ist, so habe ich im Protokoll über die Versammlung der Geologischen Landesanstalten der Deutschen Bundesstaaten (verhandelt Eisenach d. 24. Sept. 1906) den Namen Liptobiolith vorgeschlagen, um so mehr als mir diesbezüglich von den Anwesenden freie Hand gelassen worden war. Außer den Resiniten (vom lateinischen *resina* das Harz) und Cereïten (von *cereus* wächsern, wachsartig [Cerit ist jedoch bekanntlich ein Cer-Mineral]) als Zersetzungs-Residuen sollen auch die Gesteine und Mineralien als Liptobiolithe gelten, die trotz größeren Gehaltes an Wachsen oder Fetten keine Sapropelite sind. Die Liptobiolithe verlangen gebieterisch eine Trennung von den Humus- und Sapropel-Bildungen: Gesteine resp. Mineralien wie die rezenten und subfossilen Kopal, Denhardtit und die tertiären Pyropissit, Bernstein[1]) u. dergl. können weder bei

---

[1]) Mit Rücksicht darauf, daß der Bernstein gelegentlich auch gelber Amber (gelbe Ambra) heißt, sei hier auch der rezente Amber, die Ambra schlechtweg erwähnt, auch graue Ambra (orientalischer Ag- oder Agtstein) genannt. Ambra findet sich bei dem geringen spezifischen Gewicht des Materials schwimmend in tropischen Meeren in Stücken bis rund 50 kg Gewicht, sehr viel häufiger aber in kleineren. Es besteht aus einem Fett mit einem ätherischen Öl und ist ein Produkt des Pottwals (*Physeter macrocephalus*).

den Humus-Gesteinen, noch bei den Sapropeliten untergebracht werden.

Naturgemäß gibt es aber, je nachdem die übrigen kaustobiolithischen Bestandteile mehr oder minder weit durch Verwesung verschwunden sind, alle nur denkbaren Übergänge zwischen den Liptobiolithen und den Humus-Gesteinen. Zu diesen Übergängen gehört u. a. das »Kerzenholz« (Candle-wood der Engländer): ein Holz, das sich gelegentlich im Moortorf findet und so ungemein harzhaltig ist, daß es wie eine Fackel brennt oder auch wie bei Harzhölzern aus der Tertiärformation wie Siegellack beim Brennen tropft.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß nach dem Fällen oder Abbrechen von Baumstämmen die in der Erde zurückbleibenden Stümpfe harzführender Bäume leicht »verkienen«, also besonders zur Harzproduktion geneigt sind, da der Harzfluß in physiologischer Hinsicht ein Wundverschluß ist. Solche Verhältnisse können Harzholz schaffen, das auch subfossil natürlich gelegentlich durch das Alter verändertes Harz als besonderes Mineral enthalten kann. Ein solches Harz ist z. B. der Fichtelit (zuerst im Fichtelgebirge gefunden) (Bromeis) in subfossilem (aus Mooren stammendem) Nadelholz (*Pinus montana*, *silvestris* und *Picea excelsa*). Zwischen Rinde und Holz und den Rindenschuppen von Nadelhölzern (Fichte und Kiefer), die Hartig[1]) im Hochmoortorf des Harzes fand, beobachtete er »Schererit« »in schönen wasserklaren, denen des Gipses ähnlichen Krystallen.« Schererit, Hartit, Fichtelit usw. sind vielleicht nur verschiedene Zustände eines Harzes, das ursprünglich vielleicht so ziemlich dasselbe war.

Eine interessante Mitteilung über ein in Brasilien technisch verwendetes Harzholz erhielt ich von Herrn Dr. Georg Lattermann im Dezember 1910. Er schreibt:

»Im Hochland von Paraná, der Heimat der *Araucaria brasiliensis*, finden sich im Urwaldboden verstreut zahlreich Holzknorren von der Form einer Zuckerrübe, die hartnäckig der Verwitterung

[1]) J. Hartig, Über Braunkohlen-Hölzer (Ber. Naturw. Ver. des Harzes für 1847/1848) S. 5—6.

widerstehen. Es sind Überreste alter Araukarienstämme, die vor Jahrzehnten oder Jahrhunderten zusammenbrachen, vermoderten und außer Humus nur die harzigen Astzapfen, d. h. den Teil des Astes, der im Stamm steckt, zurückließen. Diese »Lipto-Biolithe« sind das begehrteste Heizmaterial Paranás. Man bevorzugt sie für Lokomotiv- und Kaminfeuerung, weil sie einen hohen Heizwert haben, mit einer stetigen, nur wenig rußenden Flamme brennen und keine Feuchtigkeit aufnehmen. Als Zeugen einer vergangenen Zeit sind sie wertvoll, weil sie gelegentlich Kunde von dem Vorhandensein außergewöhnlich großer Exemplare der Araukarie geben, wie man sie jetzt nicht mehr findet.

Wo die Araukarie heutzutage wälderbildend auftritt, erreicht sie 20—30 m Höhe und, 1 m über der Wurzel gemessen, einen Durchmesser von 0,80—1,20 m. Ihr Stamm ist schlank und gerade wie der einer Edeltanne. Auffällig ist, daß bei alten Exemplaren die untere Hälfte des Stammes nicht nur äußerlich, sondern auch im Innern astrein ist, so daß man aus dem Holz Bretter von mehreren Metern Länge spalten kann. Die Äste drängen sich auf dem oberen Teil zusammen, und hier machen die Astknoten nicht selten mehr als die Hälfte der ganzen Holzsubstanz aus.

Das größte bekannte Exemplar dieser Lipto-Biolithe ist im Besitz des Coronel Telemaco Borba in Tibagy. Es mißt 1,60 m und entspricht einem Stamm von 4 m unterem Durchmesser. Ein Astzapfen von 0,75 m Länge befindet sich im Stationsgebäude von Ponta Grossa.«

Herr Dr. Lattermann hat mir freundlichst einige Exemplare der beschriebenen Bildungen übergeben. Es handelt sich um das, was aus Mooren unter dem Namen Wetzikonstäbe beschrieben worden war. Ich gebe in Figur 56 oben einen solchen Stab aus einem Torflager in der Lüneburger Heide (solche Wetzikonstäbe sind in Mooren Norddeutschlands gar nicht selten), darunter eines der Objekte aus Brasilien. Um Schröter zu zitieren, der eine ausführliche Arbeit über die Wetzikonstäbe geschrieben hat, seien seine Worte hierhergesetzt: »Die Wetzikonstäbe sind eingewachsen gewesene, aus dem Stamm herausgewitterte Aststücke von Fichte und Kiefer, die Zuspitzung entspricht der natürlichen Verjüngung



des Astansatzes«[1]). Unsere brasilianischen Stücke sind also *Araucaria*-»Wetzikonstäbe«. Wetzikonstäbe sind immer besonders harzreich. Die Gründe hierfür ergeben sich aus dem S. 199 der 5. Auflage meiner »Entstehung der Steinkohle« Gesagten. Denn sind die Wetzikonstäbe die im Stamm einsitzenden untersten Teile abgebrochener Äste, so findet an der Bruchstelle und der dazu gehörigen Partie im Innern des Stammes ein Wundverschluß durch Harz resp. eine Verharzung statt.

Figur 56.



Wetzikonstäbe.

Oben von der Kiefer aus einem Torflager der Lüneburger Heide, unten von *Araucaria* aus Brasilien. 1/3 der nat. Gr.

Von weiteren Übergangs-Bildungen sind namentlich diejenigen zu den Torfen und zum Moder zu nennen, die dann als Resinit-

[1]) Vergl. das ausführliche Referat Heierli's in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift vom 25. Okt. 1896 S. 516—518.

(Harz-torfe einiger Autoren) und Cereit-Torfe resp. -Moder gekennzeichnet werden können. F. SENFT[1]) sagt, daß der sich unter dem Einfluß der Luft zersetzende Hochmoortorf »eine pulverige, braunschwarze, viel Wachsharz haltige Humuserde« bilde. Vergl. hierzu meine Auseinandersetzung in Bd. I (Sapropelite) S. 112, in der ich auf die Tendenz der Sphagnetum-Torfe hinweise, Liptobiolithe zu werden. Bei der schweren Zersetzlichkeit des Harz- und Wachs-haltigen Humus, des »Harzhumus«, bezeichnet man ihn auch in der Praxis als tauben oder kohligen Humus (SENFT 1862 S. 32). Pflanzenteile, die harzhaltig sind, zersetzen sich dementsprechend ebenfalls schwerer und langsamer als solche, die des Harzes entbehren, so verwesen Nadeln von harzführenden Nadelhölzern schwerer als das Laub harzloser Laubpflanzen. Man sieht daher oft bei uns in Waldungen, die teils mit Laubholz, teils mit Fichten bestanden sind, auf dem Boden mit Fichten mehr in Zersetzung begriffene Streu als auf den Strecken mit wesentlich harzlosen Pflanzen und das (harzfreie) Erlenholz, das sich in Torflagern erhalten hat, ist mit dem Spaten leicht zu durchschneiden, ja sogar oft in der Hand wie ein Badeschwamm zusammendrückbar, während das (harzhaltige) Kiefernholz sich viel besser erhalten hat und dem Spaten vollkommenen Widerstand leistet. Wo nasse Perioden mit stärkeren Trockenperioden abwechseln, da wird die jeweilig oberste Torflage, die dieser Trockenperiode entspricht, eine Harzanreicherung aufweisen. So mögen in der im allgemeinen autochthonen Kohle des Altenburg-Zeitz-Weißenfelser Oligocän-Braunkohlenrevieres die helleren Lagen pyropissitischer Braunkohle entstanden sein, die mit dunkelbraunen Kohlenlagen abwechseln. Man kann sich auch in Anlehnung an heutige Verhältnisse vorstellen, daß die harzhaltige Flora jeweilig zugenommen hat.

Harzsand ist die »Stauberde« C. GREBE's[2]) (1887). Er beschreibt sie als lockeres Sandgehäufe von hellgrauer Farbe, das vom Wasser nicht genetzt wird. Er fand in einer Probe 1,09

---

[1]) SENFT, Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen. Leipzig 1862 S. 110.

[2]) Bei DÄZEL 1795 S. 1 ist jedoch der Torf eine »mit einem Öl und sauren Geist gemischte »Stauberde.«

% Humussubstanz und 0,27 % Harz, in einem anderen Falle 0,61 % Harz (d. h. im Liter etwa 90 g). Ein solcher Sand kann das Produkt von Coniferenwäldern sein. Davon ist natürlich der Harzsand der Bernsteinküste zu unterscheiden, der durch hineingedriftete viele Bernsteinpartikelchen und Bernsteinpulver zustande kommt.

Öle, Fette, Wachse und Harze gehören zu den H- und C-reichen und O-armen Verbindungen. Hinsichtlich der Produkte der trockenen Destillation verhalten sich die Liptobiolithe daher ähnlich dem Sapropel (vergl. Bd. I S. 122). Beim Verbrennen unter Luftabschluß im Platintiegel rußen die harzigen Liptobiolithe stärker als das Sapropel.

Von rezenten oder subfossilen Liptobiolithen sind außer den genannten die folgenden durch größeres Vorkommen bemerkenswert.

Kopale. — Kopale sind Pflanzen-Harze von tropischen Bäumen (besonders *Trachylobium*, auch *Copaifera* und *Cynometra*); als Kaustobiolithe können die Kopale nur gelten, wenn sie gegraben werden, subfossil sind, und diese unterscheiden sich denn auch von den ganz rezenten, vom lebenden Baum geernteten wesentlich durch die Veränderung, die mit ihnen im Laufe der Zeit vorgegangen ist: es sind das die harten Kopale des Handels. Wo sie gefunden werden — etwa durch Bedeckung vermittels des Windes oder durch grabende Tiere oder durch Bedeckung mit Humus in den Boden geraten —, ist meist von der Herkunftspflanze sonst nichts mehr zu sehen resp. zu erkennen, da alles andere verwest ist.

Denhardtit. — Denhardtit (benannt von mir[1]) zu Ehren der Gebrüder Clemens und Gustav Denhardt) ist ein fast weißer hellgelber Stoff, der sich in einer rezenten oder besser subfossilen Ansammlung vorfand und zwar in dem Sultanate Wito (Britisches Protektoratsgebiet in Ostafrika) in den Ufern des Flusses Tana in dessen Mittellaufe. — »Der Fluß hatte dort die aus rotem Lehm bestehenden, 3 bis 5 m hohen Ufer fast senkrecht abgespült, und

[1]) Potonié, Über rezenten Pyropissit. Juliprotokoll der Zeitschr. d. Deut. Geol. Ges. Berlin. Jahrg. 1905 S. 255—259.

in ihnen lagerte der weiße rezente Pyropissit 2 bis 3 m unter der Erdoberfläche. Die Pyropissitschicht bildete einen weißen, fast immer horizontalen Streifen von 10 bis 50 cm Dicke und 200 bis 600 m Länge in beiden Ufern, war zuweilen verschüttet und überwachsen, trat dann aber wieder zutage. Wir fuhren mit unseren Booten einige Tage lang an den weißen Schichten vorüber, haben aber nicht ermittelt, welche Ausdehnung sie landeinwärts haben.« (CLEMENS DENHARDT in POTONIÉ l. c.)

Das in Rede stehende Material ist ein hellgelbes Wachsharz. Wie das Mineral an seine Lagerstätte geraten ist, könnte nur durch Studium an Ort und Stelle entschieden werden, vielleicht handelt es sich um eine Drift des Tanaflusses.

Ich vermochte in der floristischen Literatur keinen Hinweis zu finden, von welcher Pflanze dieses Wachsharz wohl stammen könnte, und Herr Prof. E. GILG schreibt mir denn auch: »Die Flora von Witu ist bisher nur sehr schlecht bekannt; nur in einigen Küstengebieten ist gesammelt worden, ferner an wenigen Stellen des oberen Tana. Von den Arten, die bekannt sind aus diesem Gebiet, scheidet keine Wachs aus, jedenfalls nicht in ähnlicher Weise wie etwa *Sarcocaulon*.« Es scheint mir nämlich nahe zu liegen, hier an die Drift einer Wachsharz ausscheidenden Wüstenpflanze zu denken, deren sonstige Bestandteile, vollkommen verwest, das chemisch widerstandsfähigere Wachsharz zurückgelassen haben. Deshalb hatte ich bei Stellung meiner Frage als Beispiel auf die in Südafrika verbreitete Geraniacee *Sarcocaulon Burmanni* hingewiesen, deren Stengelorgane zum Schutz gegen austrocknende Verdunstung mit einer Wachsharz-Kruste bedeckt sind, Fig. 57. Die Stengel schwimmen bei dem geringen spezifischen Gewicht der starken Wachsharzbekleidung sehr leicht. Von den Eingeborenen werden sie als Fackeln benutzt, weshalb die Pflanze bei den Europäern die Buschmannkerze heißt. Herr Prof. HANS SCHINZ (Zürich), der treffliche Kenner der Flora Deutsch-Südwest-Afrikas, den ich ebenfalls wegen *Sarcocaulon* interpellierte, schreibt mir noch: »Außer *Sarcocaulon* sind mir aus Südwestafrika keine auffällige Wachsüberzüge ausschwitzende Pflanzen bekannt. Pflanzen

mit lackierten Blättern und Stengeln gibts natürlich, namentlich unter den Acanthaceen, aber der Überzug steht in keinem Verhältnis zu dem eigentlichen, harten Mantel der *Sarcocaulon*-Arten.

Figur 57.



Wachsharz-Mantelstücke von Sarcocaulon.

In $\frac{1}{1}$. Von der Wüste hinter der Lüderitzbucht (Angra Pequeña). Erhalten von Herrn Bergrat G. Duft.

Das *Sarcocaulon*-Wachs findet sich in bis zu faustgroßen Klumpen im Sande in der Litoralzone Groß-Namalandes, weniger häufig in Hereroland, die Klumpen werden gesammelt von den Buschmännern der Litoralzone, oder sagen wir lieber von den auf die Kultur-

stufe der Buschmänner heruntergesunkenen Hottentotten der Litoralzone, die aus dem Wachs wohlriechende, kirschengroße Perlen formen, die aneinandergereiht als Hals-, Bein- und Armschmuck dienen. Die zwei oder drei *Sarcocaulon*-Arten Deutsch-Südwestafrikas sind im Litoralgebiet bis in die Euphorbienzone[1]) hinein sehr häufig.«

Bei dem chemisch sehr resistenten Wachsharzmaterial soll der Boden in der Wüste stellenweise davon bedeckt sein.

Der ältere, sehr stark zersetzte Schwemmoder des Bodenseestrandes (vergl. S. 276) nimmt, einmal ausgetrocknet, kein Wasser mehr an. Bei der schweren Zersetzbarkeit von Harz ist diese Erscheinung wohl auf eine Anreicherung an harzigen Substanzen zurückzuführen, und das gibt einen Wink, wie man sich die Entstehung des rezenten Denhardtits vorzustellen hat.

Aus Sporen (inkl. Pollen) gebildete Liptobiolithe = Sporite. — Unter diesen interessiert uns in Norddeutschland besonders der Fimmenit (von FRÜH 1885 S. 716 und 721 zu Ehren eines oldenburgischen Moorbeamten FIMMEN benannt). Der Fimmenit ist ein durch Anschwemmung von Pollen und Sporen, also ein aus einem Pollen- oder Sporen-Schlamm entstandener Kaustobiolith. Im Großherzogtum Oldenburg nennt man den Fimmenit hellen oder lichten Leuchttorf; bei dem hervorragenden Fettgehalt, den der Pollen und die Sporen aufweisen (Pollen von *Pinus silvestris* enthält über 10 v. H., die Sporen von *Lycopodium clavatum* enthalten gar über 49 v. H. »Fett«; vergl. die Zusammenstellung bei CZAPEK 1905, I S. 150—151) bezw. hohen Proteïngehalt resultiert aus mehr oder minder reinen Ablagerungen derselben ein Gestein, das nicht mehr als »Torf« bezeichnet werden kann, sondern in chemischer Hinsicht sich den Sapropeliten nähert. Es kommt hinzu, daß die Außenhaut von Pollen und Sporen cutinisiert ist und Cutin wird als ein fettartiger Stoff angegeben; auf jeden Fall treten die Kohlenhydrate sehr zurück. Die reinen und reineren Pollen-Sporen-Kaustobiolithe brennen bei ihrem »Fett«-

[1]) Viele *Euphorbia*-Arten führen einen ebenfalls zu einem harzähnlichen Produkt werdenden Milchsaft. — P.

gehalt leicht mit hellleuchtender, anhaltender Flamme. In dem von KEFERSTEIN (1826 S. 51) als Resintorf bezeichneten Mineral könnte es sich nach seiner Beschreibung (S. 50) um Fimmenit handeln. Der Ausdruck Pollen-Torf ist für Fimmenit zu vermeiden; »Pollen-Gytje« ist etwas anderes (vergl. Bd. I S. 181 bis 282).

Im »Verzeichnis der geol.-mineral. Sammlung des Herzogtums Oldenburg« in der Stadt Oldenburg findet sich auf S. 165 unter Nr. 56—66 die folgende Angabe über den Fimmenit:

»Leuchttorf. Mächtigkeit 0,6—1,8 m. Nach Angabe des Herrn PLATE in Markhausen hat das Leuchttorflager eine Ausdehnung von pl. m. 20 ha gehabt, dasselbe ist seit Jahrhunderten ausgebeutet und weil das Graben planlos vorgenommen, so findet man nur noch Bänke, welche die ursprüngliche Mächtigkeit des Lagers dartun.«

Es dürfte zunächst erstaunlich erscheinen, daß so kleine Körper, wie es die Pollenkörner und Sporen sind, ordentliche Gesteine zu erzeugen imstande sein sollen, jedoch ist die Produktion von Pollenkörnern und Sporen bei vielen Pflanzen der Zahl nach eine so enorme, daß Pollenkörner den Boden auffällig bedeckend bei ihrer schwefelgelben Farbe den Eindruck hervorrufen, als habe es pulverigen Schwefel geregnet. Das Volk spricht dann in der Tat von »Schwefelregen«; die Erscheinung ist als Pollen-Wasserblüte zu bezeichnen, wenn der Blütenstaub ins Wasser gerät, zum Unterschiede von der ebenfalls Wasserblüte genannten Erscheinung so massenhafter Anhäufung von Mikroorganismen (Klein-Algen), die das Wasser gewöhnlich intensiv grün färbt (vergl. Bd. I S. 82). Man wird daher gut tun, Algen- und Pollen-Wasserblüte terminologisch zu scheiden. Ich wähle absichtlich »Wasserblüte« an Stelle des kürzeren »Seeblüte«, weil die Erscheinung auch in Flüssen wie z. B. der Havel stark auffällig ist. Eine Unterscheidung ist schon deshalb angebracht, weil die Pollen-Wasserblüte (bei Betrachtung der Genesis) zur Drift, die Algen-Wasserblüte zur aquatischen Autochthonie gehört, wozu noch die große Verschiedenheit der Materialien (Pollen einerseits und Algen andererseits) kommt.

Es handelt sich um Blütenstaub von Windblütlern, die den »Schwefelregen« erzeugen. Die Coniferen, die Erlen und Betulaceen überhaupt sind im Frühjahr durch Massenproduktion von Pollen ausgezeichnet, daher denn auch die »Schwefelregen« in Zentraleuropa gerade im Mai vorkommen. KIRCHNER (Veget. des Bodensees 1896 S. 29/30) gibt für die Wasserblüte des Bodensees den Pollen von Fichten (*Picea excelsa*) und Kiefern (*Pinus silvestris*) an[1].

Die halbkugeligen Luftsäcke des Nadelholzpollen (s. unsere Figuren 15 [S. 126] und 16 [S. 128] in Bd. I) füllen sich mit Wasser und die Pollenkörner sinken dann unter (KIRCHNER l. c. S. 30). Ich selbst habe das allerdings nicht beobachten können. Pollen von *Pinus silvestris*, den ich monatelang in Wasser (im Reagensglase) hielt, sank nicht unter, obwohl das Glas von Zeit zu Zeit geschüttelt wurde; es scheinen daher solche Pollenkörner eher mit anderen untersinkenden Organismen mitgerissen zu werden. So fand sich im Grunewaldsee (Anfang VI, 1904) eine Pollen-Algen-Wasserblüte zusammengesetzt aus Pollen von *Pinus silvestris* und Algen, wesentlich *Aphanocapsa pulchra*, aber auch *Pediastrum*, *Scenedesmus* u. a., die im Reagensglase schließlich untersank und den Kiefernpollen mitnahm. Pollen-Wasserblüte ist außerordentlich häufig und man sollte bei der Kleinheit der Pollenkörner kaum glauben, welche großen Quantitäten davon ins Wasser geführt werden. Zum Verständnis ist zu beachten, daß die Pollen- und Sporenproduktion vieler Pflanzen (besonders der Windblütler wie Erle, Haselnuß, Birke, Fichte, Kiefer, auch von *Lycopodium* usw.) in der Tat eine ganz immense ist, wird doch sogar von unseren kleinen *Lycopodium*-Pflanzen das Sporenmaterial für den Handel als Bärlapp-Samen (Hexenmehl) gesammelt. GREEN[2]) berichtet von einem großen 1858 stattgehabten Schwefelregen in Schottland (Inverness Shire), verursacht durch die Kiefer. Der Boden, sagt

[1]) FRÜH (1885 S. 697 Anmerkung) sagt, daß der Bodensee zur Blütezeit der Obstwälder »blühe« und zu dieser Zeit blühen ja auch die Kiefern und Fichten; die Annahme, daß der Pollen von Obstbäumen sich wesentlich an der Wasserblüte beteilige, ist wohl nicht zutreffend und dürfte auch von dem genannten Autor selbst jetzt nicht mehr angenommen werden.

[2]) GREEN, Coal, its History and Uses. London 1878 S. 24—25.

er, war an manchen Stellen $1/2$ Zoll (half an inch), also 1,5 cm hoch mit Pollen bedeckt und die Erscheinung wurde von Örtlichkeiten notiert, die 33 englische Meilen von einander lagen. Die ganze Oberfläche der großen Seen in Kanada und in anderen Ländern werden nicht selten durch einen dicken Schaum desselben Pollens bedeckt.

Wenn man diese große Produktion von Sporen und Pollen mit der Tatsache zusammenhält, daß sie durch die chemische Beschaffenheit ihrer Membranen der Zersetzung ganz außergewöhnlich zu widerstehen vermögen, so ist es wohl verständlich, daß sich gelegentlich geradezu Pollen- und Sporenlager erhalten finden. Bureau und Poisson beschreiben[1]) ein solches ockerfarbenes Lager, das de l'Isle auf Réunion bemerkt hat, und zwar in etwa 1 m Mächtigkeit den Boden einer Höhle bildend (es soll dort noch eine zweite Höhle mit Sporenlager vorhanden sein). de l'Isle teilt mit, daß die *Lycopodium*-Sporen auf Réunion unter Umständen in solchen Massen in der Luft vorhanden sein können, daß die Atemtätigkeit leidet. B. und P. halten die Sporen des Lagers für solche von Farn und zwar wahrscheinlich von einer Polypodiacee. Vermutlich sind die Sporen in den Höhlen von Wasser zusammengeschwemmt worden. Durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. C. Eg. Bertrand habe ich eine Probe von diesem Material erhalten. Es handelt sich ähnlich wie bei Hexenmehl (nur daß der Sporit von Réunion ein braunes an Stelle eines gelben Pulvers ist), fast um eine ganz reine Ansammlung von großen Pteridophyten-Sporen.

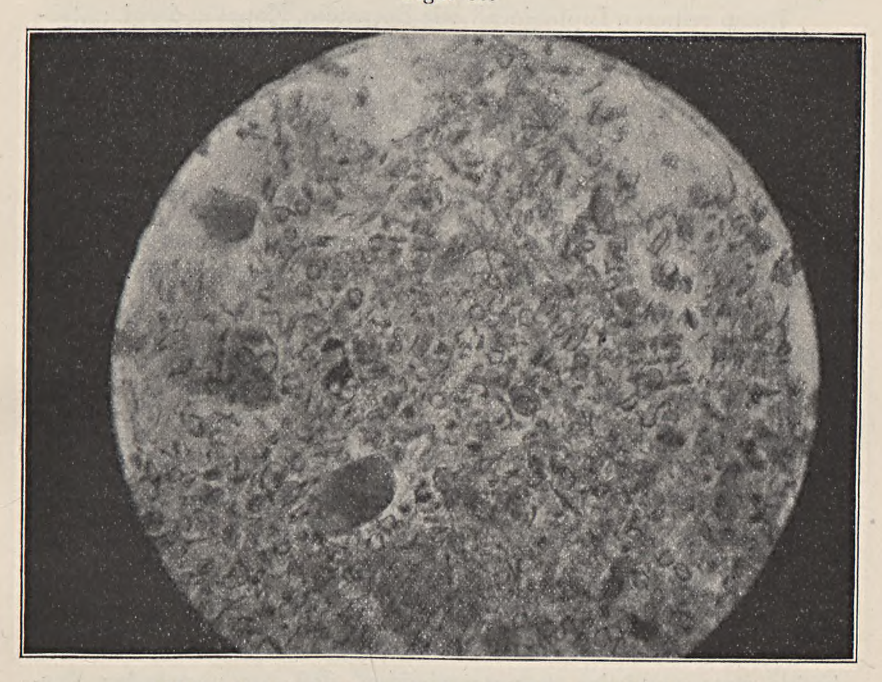
Der schon genannte Fimmenit ist — wie ich mich ebenfalls überzeugen konnte — aus Pollenkörnern und zwar wohl von der Erle zusammengesetzt (vergl. unsere Figur 58). Anderes eingedriftetes Material (insbesondere Hautgewebereste [Periderm], Holz-, Zweigstückchen u. dergl.) ist mehr untergeordnet vertreten. Alkohol zieht viel Wachs und Harz aus und der Torf brennt anhaltend und gleichförmig für sich wie eine Kerze.

Fimmenit von gelbbrauner Farbe, den ich im Liegenden von

[1]) Bureau und Poisson, Sur une roche d'origine végétale (C. r. de l'Acad. Paris 1876).

Moortorf des Großen Moors bei Wietzendorf in der Lüneburger Heide fand, bestand neben Feinsand und Ton aus Pflanzenepidermen, Holzkohlenstückchen, die sehr viel vorhandenen gelben Stellen des Gesteins aus Pollen von *Alnus* in größter Menge, ferner auch aus *Betula*- und *Pinus*-Pollen, Moos- und Pteridophyten-Sporen. Da ein bewegtes Wasser eine Separation der von ihm

Figur 58.



Mikrophotogramm von Fimmenit aus Oldenburg, wesentlich aus Pollen von Alnus glutinosa bestehend.

transportierten Trübe und Teile überhaupt vornimmt, ist die Zusammenablagerung spezifisch etwa gleich schwerer Objekte leicht erklärlich.

Ein Rinnsal eines Erlenmoores oder ein Fluß, der das Moor durchquert, wird zur Blütezeit der Erlen dicht mit Pollen bestreut; nehmen wir an, daß der Wasserlauf ruhige Stellen, etwa Buchten habe, oder an einer ruhigen Stelle münde, so ist die Bildung eines

Pollenlagers wohl verständlich. Dabei ist zu beachten, daß — wie man sich leicht bei Versuchen im Aquarium überzeugen kann — der Pollen der Betulaceen (*Alnus*, *Corylus*, *Betula*) sofort schwebend untersinkt, im Gegensatz zu dem Pollen der Windblütler mit Luftsäcken wie der der Nadelhölzer (*Pinus* und *Picea* usw.). Getrocknet ist der Fimmenit so leicht, daß er auf dem Wasser schwimmt.

Einen reineren Liptobiolith wie Bernstein, Kopal u. dergl. unterscheidet jedermann ohne weiteres von einem Humus- oder Sapropel-Kaustobiolith. Aber auch hier gibt es alle möglichen Übergänge zu dem Humusgesteine, wie es solche zwischen diesen und den Sapropeliten gibt.

Ob es praktisch wäre, irgendwo, bei bestimmtem Humus- oder Sapropelgehalt, in letztem Falle z. B. zwischen Diatomeenpelit und Seekreide usw., Grenzen zu ziehen, um das Gestein noch so oder so zu benennen, ist für unseren Zweck — hier soll nur eine wissenschaftliche Übersicht geboten werden — belanglos.

Besonders häufig sind unter den Sapropeliten solche, die die meisten der Hauptbestandteile gleichzeitig enthalten, so Kalk, Diatomeen und Spongillennadeln, Faulschlamm, primär- und sekundär-allochthonen Humus, Ton, Sand, Eisenverbindungen. Eine Spezialisierung nach dieser oder jener Richtung bringt die erwähnten Spezialgesteine zur Erscheinung. Die Termini werden aus praktischen und wissenschaftlichen Bedürfnissen geschaffen: wir können in unserem Fall Faulschlamm, Diatomeenpelit, Seekreide stets zweifellos so unterscheiden, daß für niemanden Verwechslungen möglich sind, aber da diese drei Bildungen in der freien Natur auch in allen Mischungen und Übergängen vorkommen, könnte eine Grenzlegung, bis wie weit man noch von dem einen oder anderen sprechen will, sich nur durch ein dringendes praktisches (z. B. juridisches) Bedürfnis ergeben. Dasselbe gilt natürlich für die Humus-Gesteine und Liptobiolithe. Für uns kommt das nicht in Betracht; für die Aufgabe des vorliegenden Themas steht die rein wissenschaftliche Seite des Gegenstandes im Vordergrunde: dazu gebrauchen wir klare Termini für die

charakteristischen (für die Grenz-)Gesteine und die Kenntnis, daß sie in einander übergehen.

Die lange Darstellung über organogene Schlammgesteine (namentlich in Bd. I) wurde geboten, um an einem Beispiel recht eindringlich zu machen, daß scharfe Grenzen zwischen den Kaustobiolithen nur gezogen werden können, wenn man die Zwischenbildungen außer acht läßt; dann aber soll durch diese eingehendere Darstellung der Vergleich mit den altfossilen, insbesondere paläozoischen Kaustobiolithen erleichtert werden.

Gleichsam wie Strahlen gehen die spezialisierten Kaustobiolithe von einem gemeinsamen Zentrum aus, das sie zusammenhält und ihre genetischen Beziehungen ins Bewußtsein rückt.

Verbesserung.

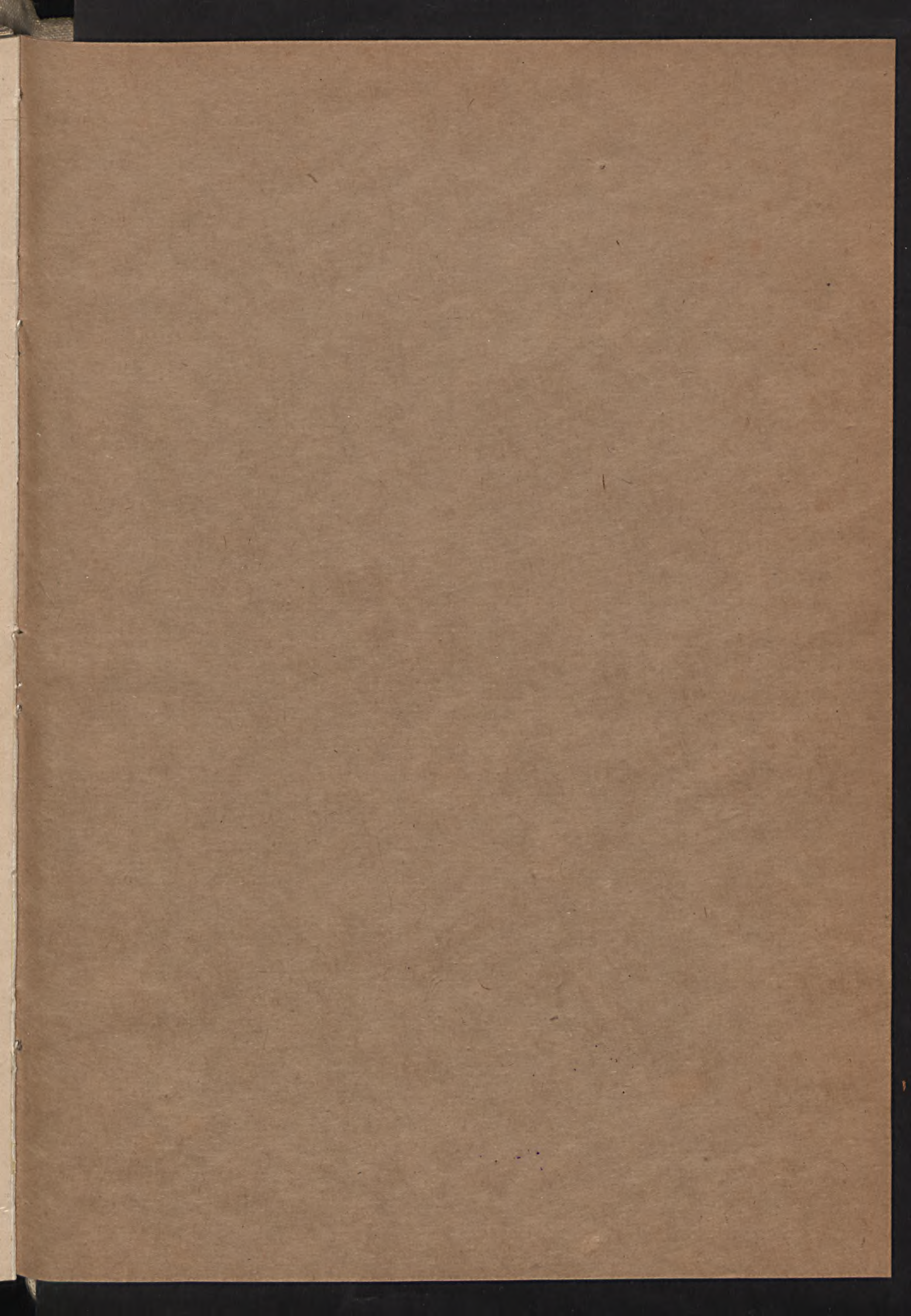
Die auf S. 124 als die 25. angegebene Figur sollte als Fig. 30 bezeichnet sein und so fort bis S. 186, Fig. 32. Da der Text correspondierend die falsche Numerierung aufweist, so werden sich aus dem Versehen keine wesentlichen Störungen ergeben. Von S. 193, Fig. 38 ab sind dann die Angaben der Figuren-Nummern wieder zutreffende.

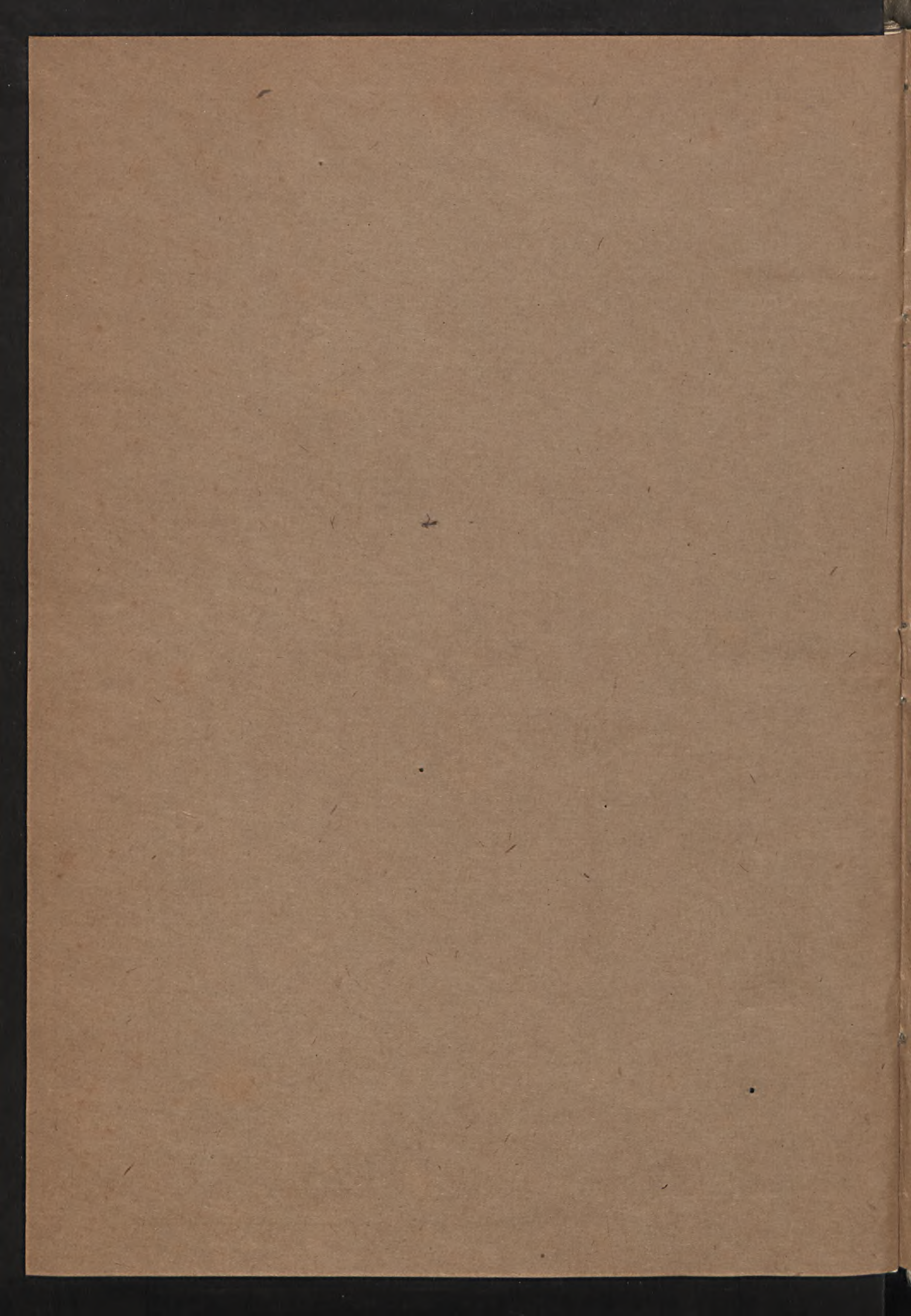
Register.

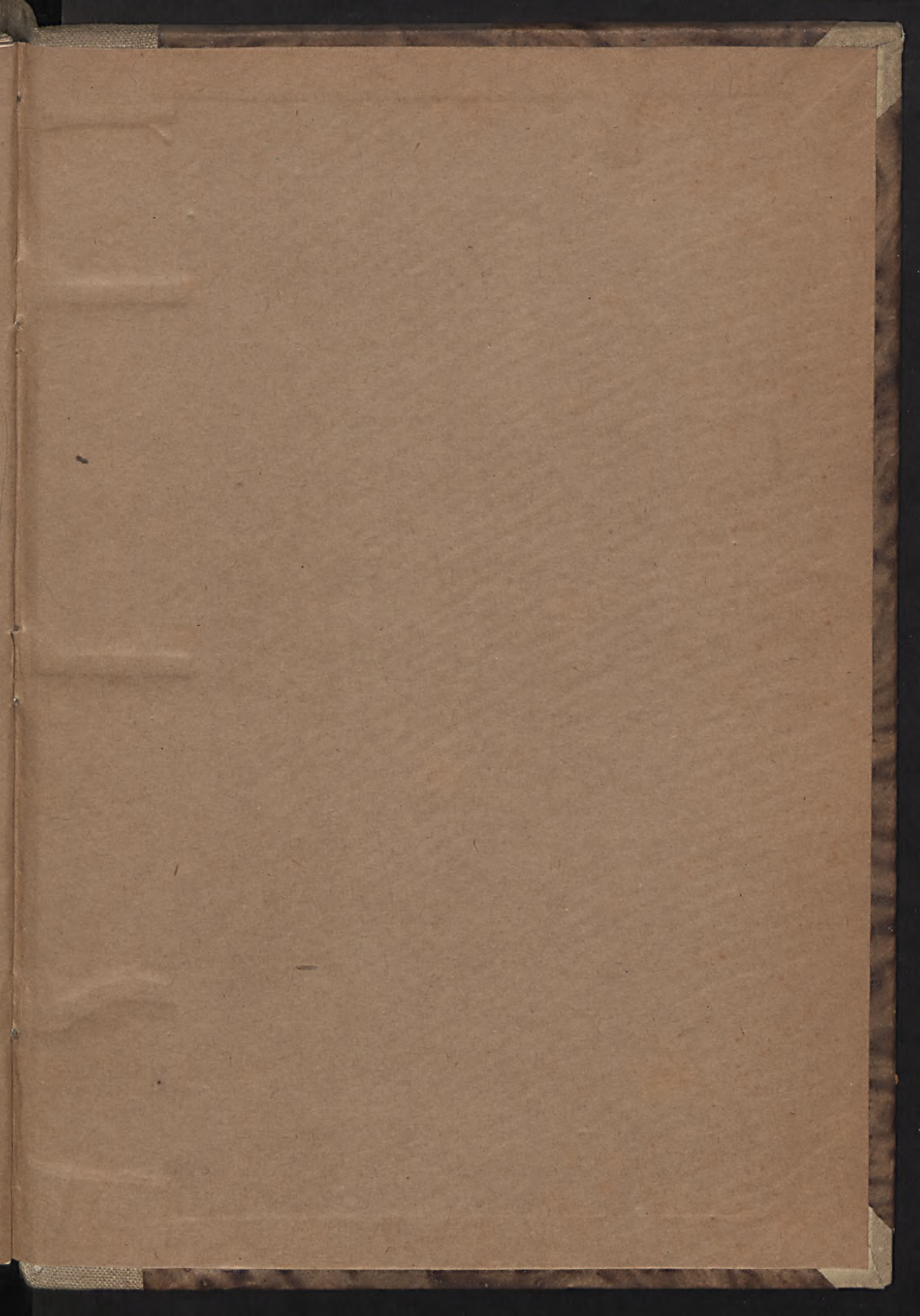
Ein hinter einer Seitenzahl angegebener Vermerk (A) weist auf eine Abbildung auf dieser Seite. — Pflanzennamen wurden nur gelegentlich angegeben, nämlich u. a. da, wo über eine bestimmte Spezies etwas mehr gesagt wurde.












BIBLIOTEKA
KATEDRY NAUK O ZIEMI
Politechniki Gdańskiej